

TEBLİĞLER

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salon/ankara

GENEL AÇIK İŞLETME YÖNTEMLERİ VE
ALTERNATİF YÖNTEMLERİN SEÇİMİNDE
MALİ VE EKONOMİK DEĞERLENDİRME
TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

GENEL AÇIK İŞLETME YÖNTEMLERİ VE ALTERNATİF
YÖNTEMLERİN SEÇİMİNDE MALİ VE EKONOMİK
DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

Sebahattin GAZANFER (*)

Özet :

Açık işletmecilik faaliyetleri, sürekli veya periyodik sistemler içerisinde gerçekleştirilmektedir. Yazının birinci bölümünde, söz konusu sistemler içerisinde yer alan açık işletme yöntemleri ve ilgili teçhizat kısaca açıklanmaya çalışılmaktadır.

Açık işletme yöntemlerinin seçiminde, teknik faktörlere ek olarak mali ve ekonomik değerlendirme kriterlerinin nasıl kullanılacağı konusu ikinci bölümde basitçe işlenmektedir.

S u m m a r y :

Surface mining activities are generally carried out by either continuous or cyclic operations. In the first part of the paper, the mining methods and the equipment associated with these operations are briefly explained.

The subject of applying financial and economic evaluation criteria, in addition to the technical factors, for the selection of surface mining methods is dealt with in the second part.

(*) Maden Y. Mühendisi, GLİ" Müessesesi, Tavşanlı - KÜTAHYA.

1. GİRİŞ

Yeraltı kaynaklarının çıkarılması ve değerlendirilmesi konusunda yüzyıllardan beri çaba harcamakta olan insanoglu, tarihsel gelişime paralel olarak gittikçe artan bir değer kazanan yeraltı zenginliklerini, aynı düzeyde gelişen teknoloji ile çıkarma ve değerlendirme işlemine devam etmektedir.

Yeraltı işletmeciliğinde olduğu gibi, açık işletmecilikte de madencilik yöntemleri çok çeşitlidir. Yöntemlerin seçimine etki eden faktörler de en çok bölgesel koşullara göre değişmektedir.

Açık işletmecilikte kullanılan teçhizatın kapasite ve kabiliyetlerinde gerçekleştirilen gelişmeler, bazan uygulanmakta olan bir işletme yönteminden diğerine dönüşmeyi daha elverişli göstermektedir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde, döviz sorunu önemli bir darboğaz teşkil etmekte, atıl olan kaynaklar çeşitli nedenlerle tam olarak kullanılamamaktadır.

İş hacmi çok büyük olan bazı açık işletmelerde, teknik yönden uygulama olanakları bulunan birkaç alternatif işletme yöntemi arasından en uygununu seçerken, değerlendirmelerin aynı zamanda milli ekonomi açısından yapılmasında yarar vardır. Kuşkusuz, alternatifler arasından en uygununu seçmek her zaman kolay değildir.

Bu yazının amacı, genel açık işletme yöntemlerini kısaca tanıtmak, uygun işletme yöntemi seçiminde malî ve ekonomik değerlendirme tekniklerinin kullanılması gereğine değinmek ve bu teknikleri kısaca özetlemektir.

2. Açık İfletmp Sistemleri

Açık işletme faaliyetleri genellikle beş aşamada incelenmektedir. Bunlar;

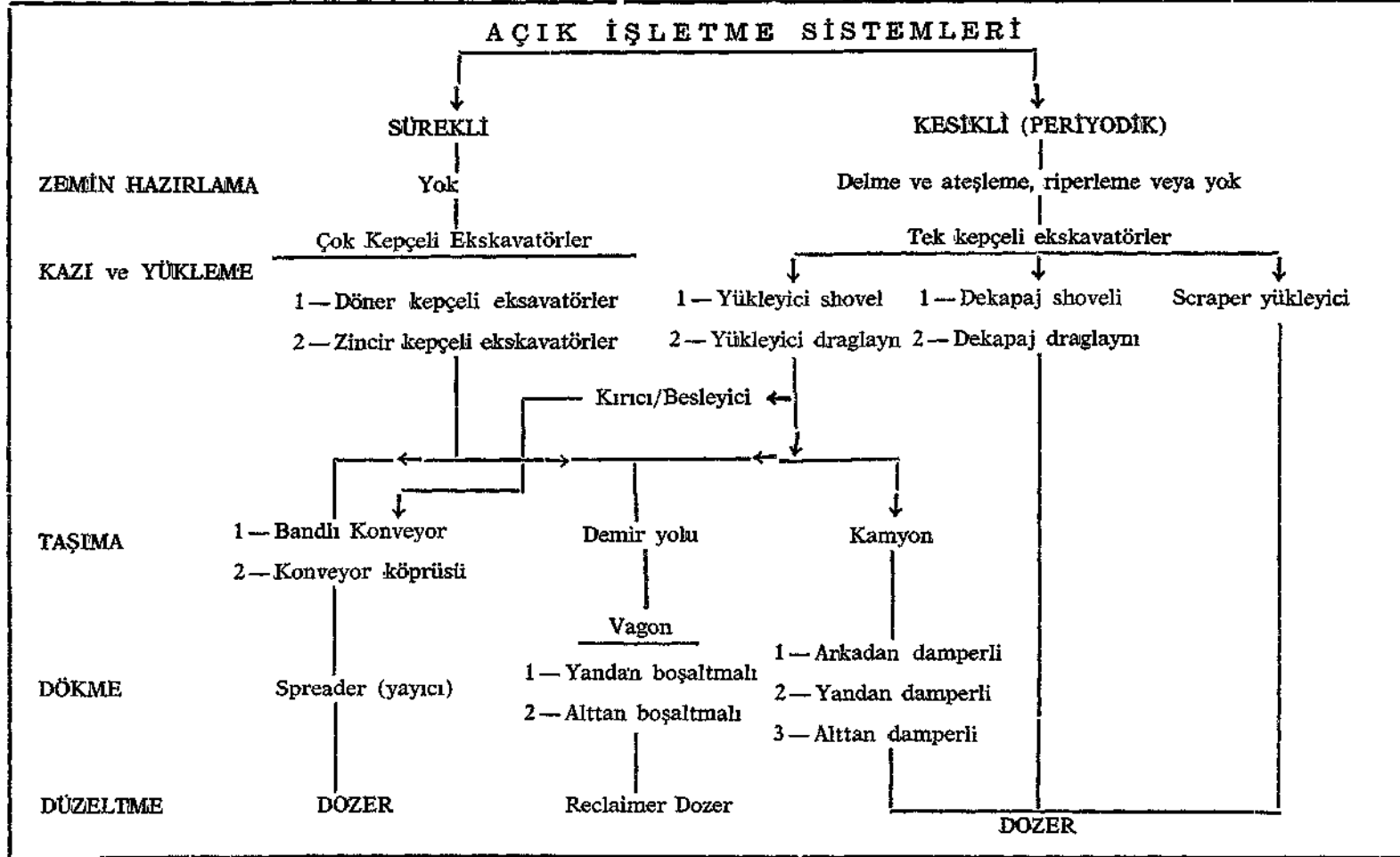
- a) Zemin hazırlama (delme, ateşleme, riperieme v.s.),
- b) Kazı ve yükleme,
- c) Taşıma,
- d) Dökme,
- e) Arazinin tekrar düzenlenmesi, şeklinde sıralanmaktadır. Özellikle son faaliyet, çevre tahribini önleme açısından maden işletmesinin yerine getirmesi kanunen zorunlu tutulduğu ek bir faaliyet olarak" da düşünülebilir.

Yukarıda belirtilen faaliyetlerde kullanılan teçhizat, açık işletme yöntemine bağlı olarak değişmekte, işletme yöntemi ise daha sonra değinilecek birçok faktörün değerlendirilmesinden sonra seçilmektedir.

Açık işletmelerde kullanılan yaygın işletme yöntemlerinin ayrı ayrı tanımı ve kısa açıklamasına geçmeden önce, söz konusu yöntemlerin yukarıda belirtilen faaliyetlerin yerine getirilmesi açısından sınıflandırılmalarında yarar görülmektedir.

Genel olarak açık işletme sistemleri sürekli ve periyodik (kesikli) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 1). Sil-rekli sistemde yukarıda belirtilen faaliyetler aralıksız olarak devam eder ve malzeme (örtü tabakası veya mineral) akışı kesiksizdir. Periyodik sistemde ise faaliyetler kesikli olarak ve çalışma koşulları veya teçhizat tipine göre değişen periyod içerisinde gerçekleşir.

Her iki sistemin basit tanımlamalarının yapımından sonra, sürekli sistemi karakterize eden yöntemler ve ilgili teçhizat açıklanmaya çalışılacaktır.



3. Sürekli Sistem,

3.1. Zemin Hazırlan».

Sürekli sistem genellikle yumuşak veya kolayca kazılabilir zeminde uygulanabilmektedir. Diğer bir deyimle, kazı ve yüklemenin yapılabilmesi için zemin hazırlama işlemine gerek yoktur.

3.g. Kara ve Yükleme

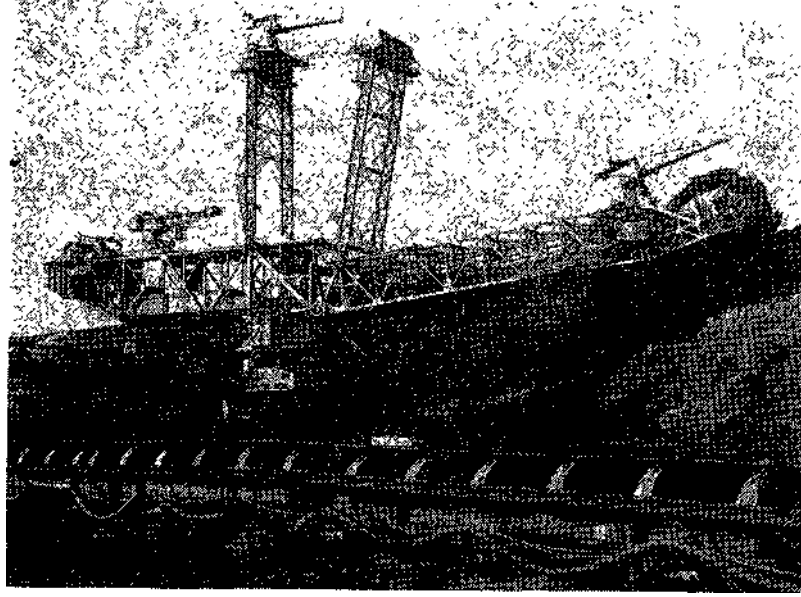
Kazı ve yükleme işlemi çok kepçeli ekskavatörler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlar, döner kepçeli ekskavatörler ve zincir - kepçeli ekskavatörler olarak bilinirler. •

3.2.1. Döner Kepçeli Ekskavatörler

II. Dünya Savaşı sonrası, özellikle Batı Almanya'daki linyit açık ocaklarında yaygın kullanım alan bulan döner kepçeli ekskavatörlerin kapasitelerinde önemli artış kaydedilmiştir. Örneğin, 1975 yılına kadar Batı Almanya'da Rheinische Braunkohle Werke firmasına ait Fortuna - Garsdorf açık ocağında çalışan ve günde 100.000 m³ örtü tabakası kaldıracı döner kepçeli ekskavatörler (Fotoğraf 1) en büyük iken, 1976 yılında yine aynı ocakta devreye giren yeni bir döner kepçeli ekskavatör günde 200.000 m³ örtü tabakası kaldırma yeteneği ile madencilikte kullanılan en büyük ekskavatör olmuştur (1).

Sürekli sistemin vaat ettiği avantajlardan yararlanma amacıyla döner kepçeli ekskavatörler dünyanın birçok açık işletmesinde (özellikle kömür, fosfat işletmelerinde) kullanılmaya başlanmıştır. Ancak sert kazı yapabilme yeteneklerinin sınırlı oluşu, çok fazla ilk yatırım giderlerini gerektirmeleri, işletme metodunda yeterli elastikiyet sağlamamaları gibi dezavantajları nedeniyle kazı ve yükleme teçhizatı seçiminde her zaman ilk alternatif olarak düşünülmezler.

Batı Almanya dışında SSCB, Doğu Almanya, Polonya ve Avustralya gibi birçok ülkede kullanılan döner kepçeli ekskavatörler, bilindiği gibi, ülkemizde ilk olarak Afşin-Elbistan projesinde yer alacaklardır.



Fotoğraf 1 : 100000 ırf/gün kapasiteli döner kepçeli eksavatör
(Fortune-Gersdorf/B. Almanya)

3.2.2. Zincir - Kepçeli Ekskavatörler

Sürekli kazı ve yükleme yapabilen zincir - kepçeli ekskavatörler, yerlerini yavaş yavaş döner kepçeli ekskavatörlere terk etmektedirler. Selektif kazı ve yükleme yapmaya elverişli olmamalarına rağmen, buldukları kademenin çok altındaki derinliklere kadar kazı yapabilme özelliklerinden dolayı birçok açık işletmelerde halen kullanılmaktadırlar. Döner kepçeli ekskavatörler gibi sert arazide kazı yapma kabiliyetleri az olup paletler veya raylar üzerinde hareket ederler.

3.3. Taşıma

Sürekli sistemde taşıma bandlı konveyör veya konveyör köprüleri ile gerçekleştirilir. Bandlı konveyörler 1952 yılından beri yaygın olarak kullanılmaya başlanmış olup, çelik telli bandların geliştirilmesiyle, son yıllarda özellikle Batı

Almanya'da uygulanan başlıca taşıma yöntemi durumuna geçmişlerdir.

Çok fazla miktarda malzemeyi uzun mesafelere ve düşük maliyetle taşıyabilmeleri, % 40'a kadar ulaşan eğimli arazide çalıştırılabilmesi, malzeme akışında süreklilik sağlamaları ve kötü hava koşullarından fazla etkilenmemeleri, bandlı konveyör sisteminin belirgin avantajları olarak kabul edilmektedir. Öte yandan, ilk yatırım giderleri çok yüksek görülmekte, ilerleyen bir açık işletmede sık sık aynayı ve orada kazı yapan ekskavatörü takip etmesi gerektiğinden, çekilmeleri yardımcı teçhizatla bile bazan güç ve zaman alıcı olmakta, yapışkan, çok rutubetli veya aşındırıcı malzeme kolaylıkla taşmamaktadır.

Bandlı konveyörlerin taşıma kapasiteleri döner kepçeli ekskavatörlerin kazı ve yükleme kapasitelerine bağlı olarak artırılmıştır. Band genişlikleri 100-220 cm arasında değişmekte, band hızları 5 m/saniye'ye kadar ulaşmaktadır. Yukarıda sözü edilen 200.000 m³/gün kapasiteli döner kepçeli ekskavatör yanısıra, yine Fortuna - Garsdorf işletmesinde saatlik kapasitesi 37.000 ton olan 3 m genişliğindeki bandlı konveyörler de devreye girmiştir. Söz konusu bandlı konveyörlerin tahrik istasyonları 6 adet 1500 kW güçlü motorlarla donatılmıştır (2). Bandlı konveyörlerin çekilmeleri sırasında tahrik ünitelerinin de hareketi gerektiğinden, 800 ton ağırlığındaki bu üniteler «yürüyen ayak» mekanizmasıyla hareket ettirilmektedirler. Uzak mesafeli bandlı konveyörler için ara tahrik istasyonları da kullanılmaktadır.

Konveyör köprüleri genellikle kömür (veya linyit) damarının oldukça düzenli ve yatay durumda bulunduğu yerlerde uygulanmaktadır. Konveyör köprüsü raylar üzerinde açık işletme tabanı boyunca hareket etmekte, gerek döner kepçeli gerekse zincir - kepçeli ekskavatorlerce kazısı yapılan malzeme, konveyör köprüsü üzerinde bulunan banda gönderilmekte, oradan doğrudan doğruya açık işletme döküm sahasına aktarılmaktadır. Anlaşılabileceği gibi, konveyör köprülerinin kullanılmasıyla, bandlı konveyörlerin (kademe band - toplayıcı band-döküm sahası bandı) açık işletme etra-

fmndan dolaştırılması önlenmekte, dolayısıyla taşıma mesafesi kısaltılmaktadır.

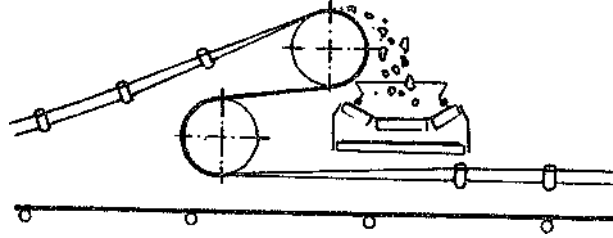
Konveyör köprüsünün kullanıldığı yerlerde çoğu kez aktarıcı (tripper car) veya yayıcıya gerek yoktur.

İlk yatırım giderinin çok yüksek olması, faylar veya kıvrımlarla arızalanmamış, zengin ve sadece yatay rezervlerde uygulanabilmesi, söz konusu taşıma yönteminin yaygın kullanımını kısıtlamaktadır. Konveyör köprülerine en çok Doğu Almanya'daki açık işletmelerde rastlanmaktadır.

3.4. Dökme

Taşımada bandlı konveyörlerin kullanıldığı sürekli sistemde, dökme işlemi aktarıcı ve yayıcı ile yapılmaktadır.

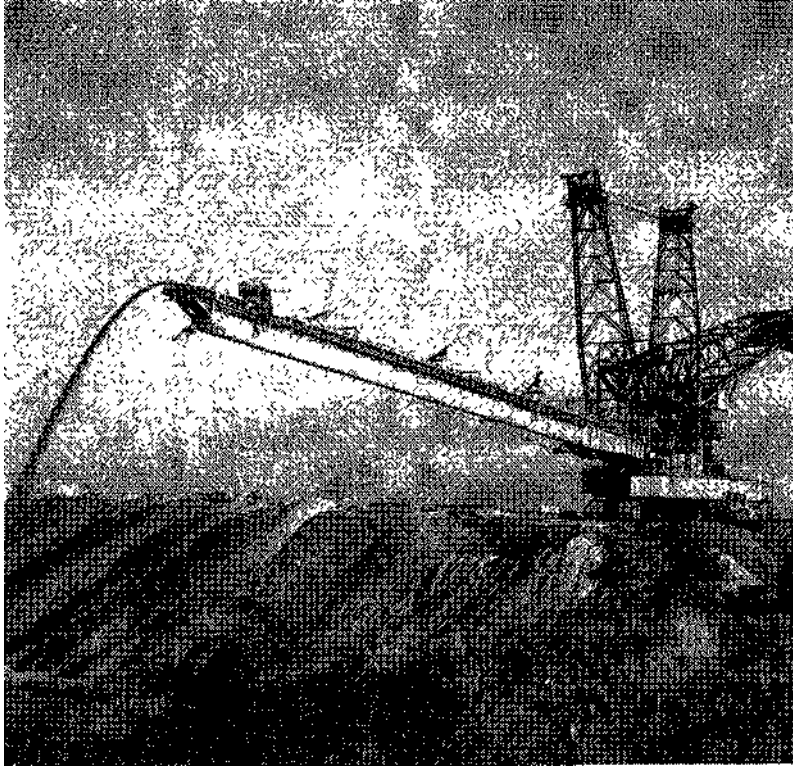
Bilindiği gibi aktarıcı, bandlı konveyör boyunca hareket edebilen ve malzemenin akış yönünü değiştirmeye yarayan bir teçhizat olup, çalışma sistemi Şekil 2'de basitçe gösterilmiştir. Aktarıcı yardımıyla malzeme bandlı konveyörden döküm sahasındaki yayıcıya gönderilmektedir.



Şekil— 2 : Aktarıcı çalışma prensibi

Yayıcı ise aktarıcıdan gelen malzemeyi alıp, üzerinde bulunan iki veya üç bandlı konveyör ile yükseklik kazanarak döküm sahasına yayan bir teçhizattır. Yayıcının hareketi raylar veya paletler üzerinde olabilir. Malzemenin uzak mesafelere kadar fırlatılabilmesi için dökme bandı hızı genellikle yüksek tutulur. İlâve olarak yayıcı kapasitesi, en az döküm sahasında çalışan bandlı konveyör kapasitesi kadardır. Batı Almanya'daki linyit açık işletmelerinde, döner kepçeli ekskavatör ve bandlı konveyörler gibi yayıcı kapasitelerinde

de artış olmuş, birkaç yıldan beri çalışan ve Fotoğraf 2'de görülen 110.000 m³/gün kapasiteli yayıcılara ilâve olarak, 1976 yılında 240.000 m³/gün kapasiteli bir yayıcı imal edilmiştir.



Fotoğraf 2 : 113000 m³/gün kapasiteli bir yayıcı
(Fortuna -Garsdorf/B. Almanya)

3.5. Arazimin Tekrar **Düzenlenmesi**

Örtü tabakasını yayıcı ile düzenli bir şekilde harmana dökmek mümkün ise de, düzeltme işleminin dozer ile tamamlanmasına genellikle gerek duyulmaktadır.

Açık işletmecilikte sürekli sistem ve bu sistemde kullanılan işletme yöntemleri ve teçhizatına ilişkin ayrıntılı açıklama başka bir yazıda yer almaktadır (9).

4. Periyodik (Kesikli) Sistem

4.1. Zemin. Hazırlanp

Periyodik sistemde zemin hazırlama işlemi örtü tabakası veya cevherin yapısına göre değişmektedir. Çok sert arazide delme ve ateşleme tek çıkar çözüm yolu olmaktadır. Yumuşak arazide ise kuşkusuz zemin hazırlama işlemine gerek yoktur. Orta sertlikteki arazi yapısı için ripperlemenin ekonomik olduğu belirtilmekte, bazı imalatçı kuruluşlar farklı kaya türü için tesbit edilen sismik hız değerlerine göre ripperleme sınırlarını belirlemektedirler.

Delme ve ateşleme işlemine gerek duyulan açık işletmelerde, zemin hazırlama safhası, sonraki faaliyetleri doğrudan etkilemesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Delik çapı, boyu ve aralıkları, patlayıcı maddenin cinsi ve miktarı, ateşleme düzeni, yükleme ve taşıma safhasında kullanılacak teçhizatın tipine ve kapasitesine göre değişeceğinden söz konusu parametrelerin seçiminde tüm sistemin bir bütün olarak değerlendirilmesi gerektiği pratik uygulamalar sonucunda kesinlikle anlaşılmıştır.

Delik çapının ve deliklerarası açıklığın artırılması ile delme ve ateşleme giderlerinde önemli tasarruf sağlanabileceği görüşü yaygın ise de, yükleme ve taşıma teçhizatının da artan mesafedeki deliklerin ateşlenmesiyle ortaya çıkacak nisbeten iri parçalı malzemeyi, hissedilir güçlüklerle meydana vermeksizin döküm sahasına sevk edecek kapasitede olmaları gerekir. Aksi taktirde ikinci bir kırma safhası genellikle pahalı ve zaman kaybettiricidir.

Döner veya darbeli sisteme göre çalışan delici makineleri, birçok firma tarafından imal edilmekte, uygun makine seçiminde fiyat faktörü yanısıra, delinecek arazinin jeoteknik özellikleri, makinenin delici uçlara iletebileceği baskı yükü miktarı, sağladığı tork, kompresör gücü, tek tij ile delme uzunluğu, düz ve engebeli arazide hareket kabiliyeti gibi faktörler önemli rol oynamaktadırlar.

Genellikle dik veya dikeye yakın (15° — 20°) eğimli delme yapabilen delici makineleri yanısıra, bazı imalatçı kuru-

luşlar, yatay veya yataya yakın ($\pm 16^\circ$) eğimde ateşleme deliği açabilen delici makineleri imal etmişlerdir (3). Yatay delme işleminin dikey delmeye göre öne sürülen avantajları içerisinde :

- i) Daha iyi kırılma sağlanabildiği,
- ii) Sulu ortamda delinen deliklerde ateşleme yapmanın daha kolay olduğu,
- iii) Delme ve ateşleme giderlerinde hissedilir indirim sağlanabildiği, iddia edilmektedir.

4.2. Kazı ve Yöklem

Tek kepçeli ekskavatörlerle yapılan delme işlemi genellikle bir periyot içerisinde gerçekleşmektedir. Çalışma prensiplerine göre Şekil 1 de üç gruba ayrılmış bulunan bu makineleri kısaca inceleyelim.

4.2.1. Scraper Yükleyicisi

Örtü tabakasının yumuşak veya kolaylıkla kazılabilir özellikte olduğu yerlerde kullanılan scraper yükleyicileri 100 -1500 m arasındaki mesafelerde ekonomik bir yükleme, aynı zamanda taşıma ve dökme teçhizatıdır (4). En büyük avantajları manevra kabiliyetlerinin fazlalığı, taşıma ve dökme için ayrı bir teçhizat gerektirmemeleri, diğer bazı ekskavatörler gibi uzun montaj ve deneme çalışmalarına gerek göstermeden hemen devreye girebilmeleridir. Daha çok yol ve baraj yapımı işlerinde kullanılan scraperler, ülkemiz açık işletmeciliğinde henüz uygulama sahası bulmamıştır.

4.2.2. Direkt Dekapaj Makineleri

Tek kepçeli ekskavatörler içerisinde büyüklük, ağırlık ve iş kapasitesi bakımından «dev» makineler sınıfına girerler. Bunlar dekapaj draglayını ve dekapaj shovelı olarak isimlendirilirler.

a) Dekapaj Draglayını (Fotoğraf 4)

Çalışma prensibi örtü tabakasını dilimler halinde kaldırmak ve altta bulunan kömürün (veya damar şeklindeki

cevherin) üzerini açmaktır. Genellikle oturduğu zeminin altında kalan ve ateşleme ile gevşetilmiş olan malzemeyi alıp, daha önce kömürü çıkarılmış bitişik dilimdeki boşluğa yığmaktır. Draglayn ile çalışma yöntemine ilişkin ayrıntılı bilgi başka bir yazıda yer almıştır (5).

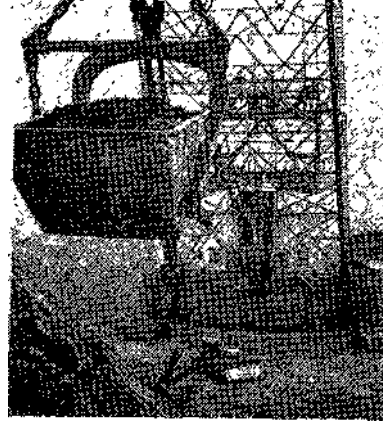
Bugüne kadar imal edilmiş en büyük draglayn 220 yd³ (170 m³) kova kapasiteli olup ayda 3.5 milyon m³ örtü tabakası kaldırmaktadır (6). ABD'deki birçok işletmelerde kullanılan draglaynlarm kova kapasiteleri genellikle 40 -120 m³ arasında değişmektedir.

Draglayn «boom»unun uzun olması örtü tabakasını daha uzağa atabilmesi bakımından tercih edilirse de, artan «boom» uzunluğuna göre periyodunun da artacağı, aynı zamanda makinenin denge ağırlığının fazlaştırılmasının gerekeceği, dolayısıyla uygulamada her zaman maksimum boom uzunluğunu seçmenin avantajlı olmayacağı hatırlanmalıdır.

Hidrolik veya mekanik olarak hareket eden ayaklar draglaymn ilerlemesini sağladığından, «yürüyen draglayn» tabiri bu makineler için popüler olmuştur.



Fotoğraf 3 : Kepçe kapasitesi 65 yd³ olan bir dekapaj shoYeii



Fotoğraf 4 : Kova kapasitesi 145 yd³ olan bir dekapaj draglaym

b) Dekapaj Shovelı (Fotoğraf 3)

Açık işletme geometrisine göre, çalışma yöntemi yürüyen draglayn çalışmasına benzeyen dekapaj shovelı, farklı olarak oturduğu katın üzerindeki dilimi almakta ve genellikle 180° döndükten sonra örtü tabakasını dilimin diğer ysmnma yığmaktadır.

En büyük kapasiteli dekapaj shovelı 180 yd³ (137 m³) olup, ayda 3 milyon m³ örtü tabakası kaldırabilecek yetenektedir.

Değişen jeolojik koşullara göre yükleme ve örtü tabakasını kaldırma bakımından dekapaj shovelma kıyasla daha fazla esneklik vaadeden draglayn, açık işletmecilikte gittikçe artan bir uygulama sahası bulmaktadır. Her iki ekskavatör aynı zamanda taşıma ve dökme işlemini yaptığından, ayrı bir taşıma ve dökme teçhizatı söz konusu değildir. (*)

4.2.3. Yükleyci Shovel ve Yükleyci Draglayn

a) Yükleyci Shovel (Fotoğraf 5)

Bilindiği gibi, yükleyici shovel genellikle ateşleme ile gevşetilmiş veya kazısı kolaylıkla yapılabilen malzemeyi bir taşıma aracına yükleyen tek kepçeli ekskavatördür. Taşıma aracı kapasitesinin yükseltilmesiyle, yükleyici shovel kepçe kapasitesi de artırılmıştır. Yaygın olarak kullanılan kepçe kapasiteleri 10-15 yd³ arasında değişmektedir. Kuzey Amerika'da iş hacmi çok büyük bazı açık işletmelerde kepçe kapasitesi 20 - 25 yd³ olan yükleyici shovellar kullanılmaya başlanmıştır.

(*) Gerek dekapaj shovelı gerekse dekapaj draglaynının verimli olarak çalışabilecekleri ayna yüksekliği veya dilim kalınlığı bellidir. Bu değerlerin üzerindeki örtü tabakasının işletilebilmesi için, anılan makinelerin iş yerine sokulmasından önce, ilave yükseklik veya derinlikteki kısmın başka bir yöntemle alınmış ve başka bir yere taşınmış olması gerekir.



Fotograf 5 : 10 ycp kepece kapasiteli yükleyici shovel 65 tonluk damperli kamyona yükleme yaparken (GLİ - Tunçbilek)

b) Yükleyici Draglayn

Yükleyici draglayn, aynen yükleyici shovel gibi ateşleme ile gevşetilmiş kolayca kazılabilen malzemeyi bir taşıma aracına aktarmaktadır. Sert kazı yapmaya elverişli olmadıkları gibi, taşıma aracına shovel kadar isabetli yükleme yapmaları da kolay değildir.

4.3. Taşıma ve Dökme

Kamyon, yükleyici shovel veya yükleyici draglayn için en uygun taşıma ortamıdır. Bilindiği gibi kamyonlar arkadan damperli, yandan damperli ve alttan damperli olmaktadır. Yandan damperli kamyonlar düşük tonajlı olup bazı küçük çaptaki işletmelerde kullanılmaktadır. Taşıma maliyetini azaltmak amacıyla son yıllarda kamyon kapasitelerinde artış sağlamada imalatçı kuruluşlar arasında büyük bir rekabet ortaya çıkmıştır. 100 ton'un üzerinde taşıma kapasitesi olan arkadan damperli kamyonların tahrik sistemi dizel - elektrik şeklindedir. Tekerlerde mevcut bağımsız elektrik motorları

kamyona gerekli hareket gücünü vermektedirler. 350 ton ve 250 ton kapasiteli arkadan damperli kamyonlar, periyodik sistemde bulunan en büyük taşıma üniteleri durumundadırlar.

Alttan boşaltmak kamyonlar ise 100 ton, 120 ton, 150 ton, ve 180 ton tonkapasiteli olup, genellikle kömürün ocaktan zenginleştirme tesislerine veya termik santrallara taşımada kullanırlar. Boşaltma işlemini yapabilmeleri için üzeri çelik iz köprülü silolara gerek vardır.

Özet olarak shovel - kamyon ikilisi ile çalışma alternatifi aşağıdaki durumlarda düşünülmelidir :

- Örtü tabakası sert ve iri parçalar halinde ise,
- Diğer taşıma sistemleri için yeterli çalışma sahası yoksa,
- Açık işletme geometrisi ancak kısa, virajlı ve bazan meyilli yollara imkân verebiliyor ise,
- Taşıma mesafesi 1 - 3 km arasında ise.

4.4. Arazinin Tekrar Düzenlenmesi

Periyodik sistemde kamyonların döktüğü, dekapaj shoveh veya dekapaj draglaymnm yığıldığı, scraper yükleyicisinin yaydığı örtü tabakası dozerlerle düzeltilir.

5. Ara Sistemler

Yukarıda kısaca açıklanmasına çalışılan periyodik ve sürekli işletme sistemleri yanısıra, birinden diğerine geçişe imkân veren diğer işletme yöntemleri ve teçhizatından da bahsetmekte yarar vardır. Şekil 1 den de görülebileceği gibi gerek sürekli, gerekse periyodik sistemle kazısı yapılan malzeme için taşıma ortamı olarak demiryolu nakliyatı seçilebilir. İlâve olarak, tek kepçeli ekskavatörlerden sürekli taşıma ve dökme sistemine geçilmesi istendiğinde, sert ve iri parçalı olan malzemeyi kırıcıdan geçirip bantlı konveyöre aktarmak yeterlidir.

Özellikle GLİ Müessesesi'ne bağlı Tunçbilek ve Seyitömer açıkocakları için mevcut shovel - kamyon yöntemine alternatif olarak düşünülen bu yöntemlerle ilgili bazı açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

5.1. Demiryolu ile Taşıma

Demiryolu nakliyatının sürekli veya periyodik faaliyetlerden hangisine bağlı olduğu konusunda açık işletmeciler arasında kesin bir fikir birliği yoktur, ancak söz konusu taşıma yöntemini periyodik bir faaliyet olarak kabul edenler çoğunluktadır.

Bilindiği gibi, döner kepçeli ekskavatör ile kazı ve yüklemesi yapılan yumuşak malzeme, bandlı konveyör yerine demiryolu ile de taşınabilir. Özellikle Batı Almanya'daki linyit açık ocaklarında uzun yıllardan beri kullanılmakta olan döner kepçeli ekskavatör - demiryolu yöntemi, yüksek kapasiteli bandlı konveyörlerin devreye girmesiyle ve demiryolu nakliyatının önemli dezavantajlarından biri sayılan zayıf tırmanma kabiliyeti nedeniyle uygulanabilirliğini önemli ölçüde kaybetmiştir.

5.1.1. Shovel - Demiryolu Yöntemi

Aşağıdaki koşullardan bir veya birkaçının varlığı halinde shovel demiryolu yöntemini düşünmek yerinde olacaktır :

- İşletme uzun ömürlü ise,
- Taşıma mesafesi 3 km'den fazla ise,
- Taşıma yolu eğimi yüklü halde inişte maksimum % 4, veya yüklü halde yokuşta maksimum % 3 ise,
- Malzeme sert ve iri parçalı ise,

Mevcut sermaye veya işletilecek rezerv sınırlı olduğunda, başka bir yükleme ve taşıma yöntemini seçmek daha uygun olabilir.

Shovel - Demiryolu yönteminin GLİ Müessesesi Tunçbilek ve Seyitömer işletmelerine uygulanabilirliği konusu, yine bu kongrede Sayın T. PARLAK tarafından ayrıntılı olarak incelenecektir.

5.2. Shovel - Hareketli **Kırıcı-Bandh** konveyör Yöntem»

Periyodik sistemden sürekli sisteme geçişe imkân veren bir yöntem, shovel - hareketli kırıcı, bandlı konveyör ile işletme metodudur.

Bilindiği gibi çok sert ve iri parçalı malzeme uygun eb'-ada kırıldıktan sonra bandlı konveyör ile kolaylıkla taşınabilir, dolayısıyla sürekli sistemin vaadettiği avantajlardan kısmen yararlanmış olunur. Bazı firmalar, lastik tekerlekler, paletler veya özel yürüme mekanizması ile hareket edebilen kırıcı üniteleri imal etmişlerdir. Hareketli kırıcı, shoveli takip etmekte, shovel tarafından yüklenen malzeme kırıcıdan geçtikten sonra bir veya birkaç ara transfer bandı yardımıyla kademe veya toplayıcı bandına aktarılmaktadır (Fotoğraf 6). Bu yöntemin avantajları;

- İşçilik giderleri azaltılmakta,
- Her türlü hava şartlarında çalışma yapılabilmekte,
- Kamyonların empoze ettiği yüksek tamir, bakım ve yedek parça giderleri önlenmektedir.



Fotoğraf 6 : Shovel - hareketli kırıcı - band yöntemi
kırıcı kapasitesi 300 t/saat (B. Almanya)

Belirgin bazı dezavantajları ise;

- Hareketli kırıcının ilk yatırım giderleri çok yüksek olmakta,
- Her yükleyici shovel için bir kırıcı gerekmekte,
- Döküm işlemi için ayrıca aktarıcı ve yayıcıya gerek duyulmakta,
- İşletme sistemi birbirini takip eden ünitelerle gerçekleştirildiğinden, ünitenin birinde meydana gelecek bir durma, sonraki ünitelerin de çalışmasını engelleyecektir.

Hareketli kırıcılar genellikle Batı Avrupa'daki taş ocaklarında ve Avusturya'daki bir boksit açık işletmesinde kullanılmaktadır. Kırıcı kapasiteleri saatte 400-1500 ton arasında değişmektedir. Çok sert kayalardan oluşmayan örtü tabakası için shovel - besleyici - bandlı konveyör sistemi önerilmektedir.

5.3. Shovel - Kamyon - Sabit Kinci - Bandlı Konveyör Yöntemi

Shovel - Kamyon yönteminde taşıma mesafesi çok fazla, yolların yapım ve bakım giderlerinin çok yüksek olduğu yerlerde, malzemeyi kamyonla belli bir yere kadar taşımak, orada sabit kırıcıdan geçirmek suretiyle bandlı konveyöre aktarmak daha rantabil bir çözüm olarak görülebilir. Söz konusu yöntemin başarılı uygulaması 1960 yıllarında İskoçya'da Westfield açık işletmesinde ispatlanmıştır. Daha çok sert ve aşındırıcı kumtaşmdan oluşan örtü tabakası 1100 ton/saat kapasiteli iki ve 550 ton/saat kapasiteli diğer iki kırıcıdan geçirilerek —250 mm'ye kadar kırılmış ve 3400 ton/saat kapasiteli bandlı konveyör ile 3 km. uzaklıktaki döküm sahasına taşınmıştır. Açık işletme içerisinde açılan saha, ocak içi dökümüne elverişli duruma gelinceye kadar saz konusu sisteme devam edilmiştir (8).

5.4. Diğer Yöntemler

Şekil 1 de şematik olarak gösterilen ve yukarıda kısaca açıklanmasına çalışılan açık işletmecilik yöntemlerine ilâve

arak daha birçok alternatif işletme yöntemi vardır. Örneğin, burgaç (auger) ile kazı yapma, önden yükleyicilerle yükleme, boru hattı ile veya eğimli skip ile taşıma faaliyetine birçok madenlerde rastlanabilmektedir. Ancak özel koşulların varlığında düşünülecek, olan bu sistemlerin burada ayrıntılı açıklamasına girilmeyecektir.

6. Açık İşletme Yöntemlerinin Seçiminde Malî ve Ekonomik Değerlendirme Kriterlerinin Uygulanması

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi açık işletme yöntemlerinin seçiminde rol oynayan faktörler çeşitlidir. Özet olarak, aşağıdaki faktörler işletme yöntemi seçimini ilk aşamada etkilemektedir :

- a) Cevher yatağının şekli ve büyüklüğü,
- b) Kaldırılacak örtü tabakasının jeoteknik özellikleri,
- c) İklim
- d) Üretim miktarı ve işletme ömrü,
- e) Örtü tabakasının atılacağı yerin uzaklığı.

Yukarıda sıralanan faktörlerin tümü teknik niteliktedir. İşletme yönteminin seçiminde teknik yönden sadece bir yöntemin uygulanabileceği açık işletmeler çıkabilir. Kuşkusuz, böyle hallerde, teknik yönden uygun olmayan alternatif yöntemlerin malî veya ekonomik kriterlere göre değerlendirilmesine geçmekte anlam yoktur. Ancak birçok durumlarda yukarıda sıralanan faktörler, birden fazla yöntemin teknik yönden uygulanabileceğini göstermektedir. Yazımızın bu bölümünde, alternatif açık işletme yöntemleri arasından, en uygununu seçmede malî ve ekonomik değerlendirme kriterlerinin nasıl uygulanabileceği kısaca açıklanmağa çalışılacaktır. Madencilik projelerinde ekonomik değerlendirme yöntemleri başka bir yazıda ayrıntılı olarak incelenmiştir (12).

Konuya kısmen açıklık getirilmesi amacıyla, GLİ Müessesesi'ne bağlı Tunçbilek, Soma, ve Seyitömer açık ocaklar için alternatif açık işletme yöntemlerinin değerlendirilmesinin nasıl yapılabileceği üzerinde durulacaktır (Görçek v

rilere dayandırılmış hesaplamalara burada girmeden, sadece ana hatlar üzerinde fikir yürütmekle yetinilmiştir).

Halen Soma ve Seyitömer açık ocaklarında shovel - kamyon, Tunçbilek'te ise shovel - kamyon ve dekapaj draglayını ile örtü tabakası kaldırılmaktadır (10). Soma açık ocakları için alternatif işletme yöntemlerinin araştırılmasına diğer bölgelerdeki kadar gerek görülmemektedir (11).

Seyitömer ve Tunçbilek açık işletmelerinde, mevcut işletme yöntemine alternatif olarak en fazla shovel - demiryolu ve shovel - kırıcı - band sistemi düşünülmektedir. Özellikle Seyitömer açık işletmesi için önceleri üzerinde önemle durulmuş olan döner kepçeli ekskavatör - bandlı konveyör yöntemi, genellikle yumuşak veya orta sertlikteki örtü tabakası içerisinde, döner kepçeli ekskavatörün kesmesi çok güç sileks taşının bulunması nedeniyle, sonradan alternatif bir yöntem olarak düşünülmekten vazgeçilmiştir.

Kıyaslama dört alternatif işletme yöntemi için yapılacaktır. Bunlar;

1. Shovel - Kamyon yöntemi,
2. Shovel - Demiryolu yöntemi,
3. Shovel - Seyyar Kırıcı - Band yöntemi,
4. Shovel - Kamyon - Sabit kırıcı - Band yöntemidir.

Özellikle dördüncü yöntem, G.L.İ. Müessesesi açıkocakları için önerilebilecek bir işletme yöntemi olmamakla beraber, açık işletme koşulları böyle bir yöntemin uygulanmasına elverişli diğer kuruluşlara fikir verebilmesi amacıyla kıyaslamaya dahil edilmiştir.

6.1. Yatırımı ve İşletme Giderleri Tabloları

Tablo 1 de dört ayrı işletme yöntemi için gerekli yatırım giderleri türleri sıralanmaya çalışılmıştır. Bu tablo, pek uzun sayılmayacak bir çalışma sonucunda hazırlandığında, her işletme tipinde yeralan yatırım kalemlerinin eksiksiz olduğu iddia edilemez. Kuşkusuz, yöntemler arasında kıyaslamalı hesaplamalara geçileceği zaman Tablo 1'in (ve diğer tabloların) daha ayrıntılı olarak hazırlanması gerekecektir.

Tablo l'in düzenlenmesindeki amaç, yöntemler değiştiğinde sadece işletmede kullanılacak ana teçhizatın değişmiyeceğini, fakat ilgili teğhizata bağlı olarak yan tesislerin ve diğer yatırım giderlerinin de değişebileceğini gstermektedir.

Aynı üretim miktarını geręekleřtirmek için gerekli yatırım kalemlerinin kapasite ve adetlerinin tesbit edilmesinden sonra, bunların parasal değerleri Tablo 2'de dış para ve toplam para şeklinde yazılabilir.

Benzer şekilde, farklı işletme yöntemlerinin eşit üretim hedefi için gerektirdikleri yıllık işletme giderleri Tablo 3'teki gibi hazırlanabilir. Bu tabloda işletme giderlerinin ana faaliyetlere göre gruplaadırılmasmdaki amaç, benzer faaliyetler arasında hangi yöntemin daha fazla (veya daha az) işletme gideri gerektirdiğini tesbit etmektir.

6.2. Yıllık Satış Giderleri

Her işletme yöntemi aynı üretim miktarını amaçladığından yıllık satış giderleri de eşit olacaktır.

6.3. Malî Değerlendirile Yöntemleri

Bilindiği gibi mali değerlendirme yöntemleri bir projenin finansman açısından rantabil olup, olmadığını araştırmaktadır. Değerlendirmede kullanılan fiatlar piyasa fiatlarıdır.

Mali değerlendirme analizlerinin yapılabilmesi için herhangi bir projenin faydalı ömrü içerisinde yıllar itibariyle sağlıyacağı kâr veya zararın gösterildiği «Proforma Gelir Tablosu» ile yine yıllar itibariyle yaratacağı fonların gösterdiği «Fonların Akış Tablosu» nun düzenlenmesi gerekmektedir.

Mali değerlendirme kriterlerine göre açık işletme yöntemleri arasında seçim yapmadan önce her açık işletme yöntemi için proforma gelir ve fonların akış tablolarının hazırlanması gerekecektir (Söz konusu tabloların düzenlenmesi ve bu tablolarda yer alan kalemlerin hesaplanması konusuna burada girilmeyecektir).

Proje değerlendirme dilinde, proje ömrü içerisinde ortaya çıkacak olumlu etkiler «fayda» olumsuz etkiler ise «masraf» olarak tanımlanmaktadır..

6.3.1. Geri Ödeme Dönemi

Mali değerlendirmede kullanılan en basit kriterlerden birisidir.

Geri ödeme dönemi, bir proje için yapılacak yatırımın (masrafın), bu proje ile sağlanacak faydalarla tamamen ödeneceği yıl sayısı olarak tanımlanabilir.

Bu tanıma göre, hangi açık işletme yönteminde geri ödeme süresi daha küçük ise, o yöntem diğerlerine göre daha cazip olma niteliğini kazanmaktadır.

Geri ödeme dönemi kriteri paranın zaman değerini dikkate almadığından ve geri ödeme yılından sonra projelerin fon yaratıp yaratmayacağını hesaba katmadığından, açık işletme yöntemlerinin seçiminde güvenilir bir kriter sayılmamalıdır.

6.3.2. İndirgenmiş Nakit Akımlarını Kullanan Teknikler

İndirgenmiş nakit akımlarını kullanan teknikler paranın zaman boyutu içindeki değerini dikkate alan ve fayda ve masraf akımlarını projelerin ömrü boyunca inceleyen değerlendirme teknikleridir.

Değerlendirme tekniklerinin kısa açıklamasına geçmeden önce bugünkü değer kavramı üzerinde kısa bir hatırlatmada yarar görülmektedir.

Bugünkü değer kavramı paranın zaman değerinden doğmaktadır. Örneğin (n) inci yılda elde edilen R miktarındaki bir paranın bugünkü değeri $(S = \frac{R}{(1+i)^n})$ ü l ü y l e bulunur.

Burada i = faiz haddidir.

Bugünkü değer faktörü (veya indirgeme faktörü) olarak adlandırılan $1/(1+i)^n$ oram, (m) ve (i) nin çeşitli değerlerine göre tablolar halinde hesaplanır.

(a) Net Bugünkü Değer Yöntemi (Net Present Value - NPV)

Net bugünkü değer yönteminde, önceden tesbit edilen belirli bir faiz oranına göre, projenin sağlayacağı faydaların bugünkü değerlerinin toplamı ile yatırım harcamalarının bugünkü değerlerinin toplamı arasındaki fark pozitif bir değer ise, proje rantabıldır.

Bu kritere göre NPV değerlerinin büyüklük sırası açık işletme yöntemlerinin öncelik sırasını göstermektedir.

Net bugünkü değer yönteminin sakıncalı yanı faiz (veya iskonto) oranının seçiminde ortaya çıkmaktadır. Çünkü bazı hallerde farklı iskonto oranında NPV değerlerinin büyüklük sırası farklı olmaktadır.

(h) Fayda/Masraf Oram

Bu yöntemde; belli bir faiz oranına göre hesaplanmış faydaların bugünkü değerleri toplamının, masrafların bugünkü değerlerinin toplamına bölünmesi sonucunda elde edilen oranın 1'den büyük olması halinde proje rantabıldır.

(c) İç Kârlılık Oranı Yöntemi (Internal Rate of return)

Bu metodun en kısa tanımı, bir yatırım projesinin gelecek yıllarda sağlayacağı faydaların bugünkü değerlerinin toplamını, yatırım harcamalarının bugünkü değerlerinin toplamına eşitleyen faiz (veya iskonto) oranının bulunması şeklinde verilmektedir.

Bu tekniğe göre, açık işletme yöntemleri arasında, en fazla faiz oranı veren yöntem diğerlerine kıyasla en uygun yöntemdir.

Ancak yöntemin malî değerlendirme kriterine göre rantabil olması için projenin iç kârlılık oranının, sermaye maliyetinden yüksek olması gerekmektedir.

6.4. Ekonomik Değerlendirme Yöntemleri

Mali değerlendirme kriterleri, proje seçiminde müteşebbis tarafından gözönünde bulundurulmaktadır. Müteşebbise göre fayda kavramı, o yatırım projesinin (veya işletme yönteminin) firmaya getireceği kâr miktarını göstermektedir. Çünkü yatırım yapma kararını alan bir işletme sahibini ilgilendirecek ilk faktör, söz konusu yatırımın, kendisine yeterli ölçüde kâr sağlamasıdır. Öte yandan ekonomik yönden fayda ise kâra nazaran çok daha geniş bir kavramdır.

Millî ekonomi açısından yapılan bir değerlendirmede fayda kavramı projenin milli gelire, dış ödemeler dengesine, istihdam düzeyine, ülkenin bölgesel kalkınmasına v.b. yapacağı direkt ve indirekt katkıları da içine alır.

Mali değerlendirmede kullanılan piyasa fiyatları, milli ekonomi açısından yapılacak değerlendirmede yanıltıcı olacağından, projenin kullanacağı kaynakların ve yaratacağı faydaların gölge fiyatları ile hesaplanması gerekir.

Bilindiği gibi, bir mal veya hizmetin gölge fiyatı, bu mal veya hizmetin ekonominin tümü açısından kıtlık veya bolluğunu aksettiren gerçek değeri olarak belirtilebilir. Özellikle, gelişmekte olan ülkelerde, bazı mallar ihtiyaca nazaran bol, bazı mallar ise kıttır. Cari piyasa fiyatları, ancak kaynaklarını tam kullandığı ve serbest rekabetin mevcut olduğu anlarda mal ve hizmetlerin gerçek değerini aksettirebilir. Fiyat mekanizması çeşitli müdahale ve engellerin tesiri altında bulunduğundan, piyasa fiyatları mal ve hizmetlerin gerçek değerini aksettirmemektedir.

Proje değerlendirmede söz konusu olan gölge fiyatları döviz, kalifiye ve kalifiye olmayan iş gücü, sermaye ve bazı mallar ile ilgilidir.

Açık işletme yöntemlerinin seçimi için girişilecek ekonomik değerlendirme analizlerinin, yukarıda sözü edilen hususların tümünü kapsamı kuşkusuz güçtür. Herşeyden önce gölge fiyatların gerçeğe yakın olarak hesaplanması kolay değildir. Öte yandan projelerin direkt ve indirekt etki-

lerki sayı ile ifade etmek her zaman mümkün olamamaktadır.

OECD ve UNIDO tarafından gerçekleştirilen ekonomik değerlendirme yaklaşımları (13), (14), projelerin sadece sayı ile ifade edilebilecek ekonomik etkilerinin belirtilmelerinde yardımcı olmaktadır. Söz konusu yaklaşımların doğru olarak kullanılması sonucunda projeler arasında, milli ekonomiye göre en uygununu seçmek nisbeten kolaylaşacaktır.

Örneğin, Tablo 2 ve 3 te yer alacak sayısal değerlere göre farklı işletme yönleri için düzenlenecek, kaynak akış tablolarına, OECD veya UNIDO yaklaşımlarında önerilen analiz tekniği uygulandığında milli ekonomi açısından en elverişli açık işletme yöntemini tesbit etmek mümkün olacaktır.

Mali değerlendirmeye göre seçilecek bir açık işletme yöntemi, ekonomik değerlendirmeye göre de en iyi alternatif olabilir. Ancak mali değerlendirmeye göre çok kârlı görünen bir işletme yönteminin ekonomik değerlendirmeye göre zararlı çıkması veya ekonomik değerlendirmeye göre kârlı görünen bir işletme yönteminin mali değerlendirmeye göre zararlı çıkması da beklenmelidir.

7. Sonuç Ve Öneriler

Açık işletmeciliği oluşturan zemin hazırlama, kazı ve yükleme, taşıma ve dökme faaliyetleri sürekli veya periyodik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Genellikle yumuşak ve kolaylıkla kazılabilir zeminde uygulanan sürekli sistemde, dönerkepçeli ekskavatörler, bantlı konveyörler, aktarıcı ve yayıcılar bulunmaktadır. İş hacmi çok büyük olan açık işletmelerde, sürekli sistemi karakterize eden teçhizat kapasiteleri önemli ölçüde arttırılmıştır.

Periyodik sistemde zemin hazırlama, başarılı işletme faaliyetlerinin ilk aşamasını oluşturmaktadır. Yükleme ve taşıma teçhizatı kapasiteilerindeki artış paralelinde, delici makinelerin delme çaplarında da artış kaydedilmiştir.

Periyodik sistemde kullanılan direkt dekapaj makineleri (dekapaj draglayını veya dekapaj shovelı) kapasiteleri son yıllarda önemli ölçüde artırılmıştır. Taşıma ve dökme işlemleri için ayrı teçhizat gerektirmediklerinden ve yüksek verimli olduklarından cevher damarının üzerindeki son kademenin bu makineler tarafından kaldırılması tercih edilmektedir.

Yükleyici Shovel - Kamyon yöntemi ile çalışılan açık işletmelerde kullanılan shovel kepçe kapasitelerinde ve kamyon tonajlarında görülen artışlar, birim maliyeti asgaride tutma amacına yöneliktir.

Shovel - demiryolu, Shovel - seyyar kırıcı-band yöntemleri bazı açık işletmeler için alternatif işletme yöntemleri olabilir.

Özellikle kalkınmakta olan ülkelerde, açık işletme yöntemlerinin seçimi için teknik faktörler yanısıra malî ve ekonomik değerlendirme kriterleri ile elde edilen sonuçların da hesaba katılması gerekmektedir.

Teşekkür

Açık işletme yöntemlerinin seçiminde mali ve ekonomik değerlendirme kriterlerinin uygulanması konusu, yazarın 1976 yılında katıldığı iki seminerden edindiği bilgilere dayandırılmıştır. Söz konusu seminerler 5 Ocak - 12 Mart 1976 tarihleri arasında Ankara'da Devlet Yatırım Bankası'nca düzenlenen «9. proje geliştirme ve değerlendirme semineri» ile 6. Eylül-26. Kasım. 1976 tarihleri arasında OECD tarafından İngiltere'nin Bradford Üniversitesi'nde yapılan «Proje plânlama ve Değerlendirme Semineridir».

Yazar bu kuruluşlara ve adı geçen seminerlere katılma iznini veren G.L.İ. Müessesesi Müdürlüğü ve T.K.İ. Genel Müdürlüğüne teşekkürü bir borç sayar.

Bibliyografik Tanıtım :

- 1 – DURST, W.: «Schaufelradbagger in Abbau-Betrieben» Fördern und Heben, Nr. 6 (1975)
- 2 – GAERTNER, E. : «New Advances in Brown Coal Mining with a New Generation of Bucket wheel Excavators, Stackers and Shiftable Belt Conveyors» Trans. AIME, Vol. 258, Dec. (1975).
- 3 –ARCHIBALD, J. C. (Jr.): «The economics of applying horizontal drilling as replacement for vertical drilling techniques.» Openpit Mining Seminar, Moscow, April (1976).
- 4 – GESSEL, R. C. : «Mining Coal with Scrapers» World Coal, Sep. (1975).
- 5 – ERGUN, F. ve PARLAK, T. : «G.L.İ. Tunçbilek Bölgesi'nde Yürüyen Dragline Tatbikatı» Madencilik Bilimsel ve Teknik 2. Kongresi, Şubat (1971).
- 6_____ : «Big Muskie, King of Giants» Coal Age, Dec. (1976).
- 7_____ : «Stripping two seams at Captain with a 180 cu. yd dipper» Coal Age, Feb. (1969).
- 8 – (Kişisel görüşme) COSTAIN Mining Ltd. (U. K.), Kasım (1976).
- 9 – GAZANFER, S. : «Açık işletmecilikte sürekli kazı, yükleme, taşıma ve dökme yöntemleri ve ilgili ekipmanlar» (Henüz yayınlanmamış).
- 10 – KGKTÜRIK, A. ve GAZANFER, S. : GLİ Müessesesi'nde linyit üretim faaliyetleri» Enerji Sorununda Madencilüğümüz konulu seminer, İTÜ, Ekim (1976).
- 11 – GAZANFER, S. : «GLİ Soma açık işletmeleri'nde delme, ateşleme, yükleme ve taşıma faaliyetlerine ilişkin araştırmalar.» Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, Şubat (1975).
- 12 – CANER, G. : Madencilik yatırımları ve ekonomik değerlendirme teknikleri» MTA Yayınları Eğitim Servisi (1976).
- 13 – LITTLE, I. M. D., and MIRRLEES J. A. : «Project Appraisal and Planning for Developing Countries» London. Heinmann Educational Books, (1974).
- 14 _ UNIDO : «Guidelines for Project Evaluation, United Nations, (1972).

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dısı salonu/ankara

SERT ÖRTÜ TABAKALI
AÇIK İŞLETMELERDE
UYGULANABİLEN
DEKAPAJ YÖNTEMLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

SEHT ÖETÜ TABAKALI AÇIK İŞLETMELERDE UYGULANABİLEN DEKAPAJ YÖNTEMLERİ

Tahir PARLAK*

Özet

Sert örtü tabakalı açık işletmelerde uygulanabilen dekapaj usûllerini saptamak ve TKİ Garp Linyitleri işletmesi Müessesesi'nde uygulanmakta olan ekskavatör - kamyon ve dragline dekapaj yöntemlerinin daha rantabl çalıştırılması olanaklarını araştırmak üzere dış ülkelerde incelemeler yapılmıştır.

Bu tebliğde, yurt dışı ülkelerde ve G.L.I. Müessesesi'nde yapılan incelemeler ve edinilen bilgiler ile bunların değerlendirilmesi takdim edilmektedir.

SBmsmary

A research has been carried out in foreign countries to find out more rantable method of stripping of overburden in open pit operation, in order to replace present stripping method (Power shovel - truck haulage and dragline) used in Western Lignite operations (A subsidiary of TKI) where overburden consist of hard Marl.

In this paper, the result of investigation in foreign countries and in Western Lignite Mines and their evaluation are presented.

(*) Maden Topoğrafi Yüksek Mühendisi ve Maden Mühendisi, Garp Linyitleri İşletmesi Müessese Müdür Yardımcısı (Teknik).

1) Genel Bilgi :

1.1. Dış Ülkelerde Uygulanan Başlıca Dekapaj Yöntemleri

Açık işletme kömür madenciliğinde dekapaj ve üretim miktarı yönünden önde gelen ülkelerde değişik işletme metodları ve teçhizatları uygulanmakta ve kullanılmaktadır.

Örneğin; Dönerkepçeli ekskavatör - bandli konveyör metodu; Doğu Almanya, Batı Almanya, Rusya, Avustralya ve Orta Avrupa ülkelerinde;

Dragline ve ekskavatör - kamyon dekapaj metodu, Amerika Birleşik Devletleri, Rusya, İngiltere, Kanada'da;

Demiryolu ile dekapaj malzemesi nakli Doğu Almanya'da;

Lâstik tekerlekli yükleyici - kamyon ve Ripper - Skreyper metodları Amerika Birleşik Devletlerinde yaygın bir şekilde tatbik sahası bulmuştur.

Her ülke arazisinin yapısına, rezerv ve üretim durumuna, özet olarak bünyesine en uygun olan teçhizatı ve işletme metodunu kullanmaktadır.

Ekskavatör - kırıcı - band sistemi, genellikle çimento sanayiinde kullanılan 0-30 mm. kırılmış kalkerli malzemeyi üretmek gayesiyle taş ocaklarında kullanılmaktadır. Şimdiye kadar açık işletme kömür madenciliğinde muayyen bir gaye için yalnız İngiltere'de (İskoçya'da) uygulanmıştır. Bu usûl, çalışılmış sahanın küçük eb'atlı dekapaj malzemesi ile doldurularak tekrar kullanılmaya elverişli hale getirilmesi gayesiyle uygulanmıştır. Bunun dışında kırıcı - band dekapaj sistemi henüz uygulama safhasına geçmemiştir.

1.2. Memleketimizdeki Başlıca Uygulamalar

Memleketimiz açık işletme kömür madenciliğinde, bilindiği üzere linyit üretilmekte ve muhtelif dekapaj metodları kullanılmaktadır.

Özel sektörlerce çalıştırılan işletmelerde genellikle lâstik

tekerlekli yükleyici ve kamyon; Kamu İktisadî Teşebbüslerinde ise büyük yatırımları gerektiren modern ve rantabl dekapaj yöntemleri uygulanmaktadır. Örneğin, 3 Milyar ton rezervli Afşin Elbistan Linyit İşletmesi'nde döner kepçeli ekskavatör - bandlı konveyör metodunun uygulanmasına önümüzdeki yıllarda başlanacaktır.

Halen memleketimizin en büyük linyit üreticisi durumunda olan Garp Linyitleri İşletmesi (G.L.İ. Müessesesi) açık ocaklarında ise ekskavatör - kamyon ve dragline dekapaj metodları uygulanmaktadır.

1.3. G.L.İ. Müessesesi Hakkında Kısa Bilgi

G.L.İ. Müessesesi, Tunçbilek, Soma ve Seyitömer üretim bölgelerinden oluşmaktadır. Rezervi 1976 başı itibariyle 544.000.000 ton, 1976 üretimi 9.460.000 ton (satılabilir 7.042.000 ton), dekapaj miktarı ise yerinde m^3 olarak 34.400.000 m^3 'dür. Üretimin % 75'i açık ocaklardan elde edilmekte ve dekapajda 10 Yd³ elektrikli ekskavatör ile 65 tonluk kamyonlar kullanılmaktadır. Tunçbilek'de ise ayrıca 1970 yılından beri 20 Yd³'lük dragline servisedir. Halen montaj safhasında olan 40 Yd³'lük ikinci dragline önümüzdeki yıl çalışmaya başlayacaktır.

Açık ocaklardaki toprak/kömür nisbeti Tunçbilek'de 8,45 m^3 /ton ($10 m^3$ /ton'a kadar ekonomik olacağı hesaplandığından ileride bu değerdeki sahalar da açık ocak olarak çalışılacaktır.), bu oran Soma'da 5,25 m^3 /ton ve Seyitömer'de 2,5 m^3 /ton'dur. (Seyitömer'de yalnız açık ocak metodu ile üretim yapılmaktadır.)

Tunçbilek'de çalışılan damar ortalama 8 m. kalınlığında, örtü tabakası ise hâlen 60 m. civanndadır. (İleride 120 m. derinliğe kadar inilecektir.) Örtü tabakası genellikle sert marnndan teşekkül etmiştir.

Seyitömer'de ise ana damar kalınlığı ortalama 16 m. dir. Üst damar 6 m. kalınlığında olmakla beraber devamlılık göstermemektedir. Örtü tabakası genellikle yumuşak ve orta sertlikteki marnlardan teşekkül etmiştir. İçinde, sert yumru-

lar, kalsedonlu kalker tabakası ve damarın hemen üst kısımlarında sileks mevcut ise de, bunlar mevziî olarak bulunmaktadır.

Soma Bölgesi'nin rezervi azdır. (35 Milyon ton.) Kömür damarı 25 m. ye kadar kalınlık göstermektedir. Örtü tabakası sert marn ve tatlı su kalkerlerinden oluşmaktadır.

2) Başlıca Dekapaj Yöntemleri :

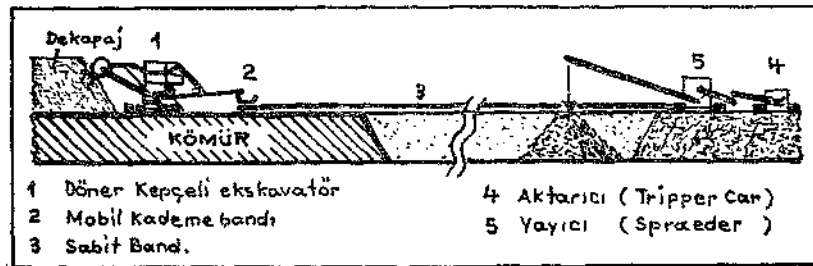
2.1. Döner Kepçeli Ekskavatör - Bandlı Konveyör

Bu dekapaj metodu, sert örtü tabakalı açık işletme dekapajında elverişsiz olmakla beraber memleketimizde Afşin - Elbistan Linyitleri İşletmesi Müessesesi'nde geniş çapta uygulanmak üzere olduğundan ve G.L.İ. Müessesesi Seyitömer Bölgesi'nde 1968 yılında uygulanma imkânları etüd edildiğinden, kısaca bahsedilmesinde fayda mülâhaza edilmiştir.

2.1.1. Sistemin Kısa İzahı

Bu dekapaj metodu; kumlu ve gevşek arazide, sert olmayan ve bilhassa tabakalaşma ara etmeyen, patlayıcı madde kullanılmasına gerek göstermeyen açık işletmelerde başarı ile uygulanmaktadır. Sürekli kazı ve nakliyatı sağladığı için uygun arazide en rantabl dekapaj sistemi olmaktadır.

Bu sistemde, döner kepçeli ekskavatör ile kazılan malzeme (Şekil - 1) de gösterilen 2 No.lu Mobil kademe bandına verilir. Çalışılan kademe ilerledikçe bu band kademeye doğ-

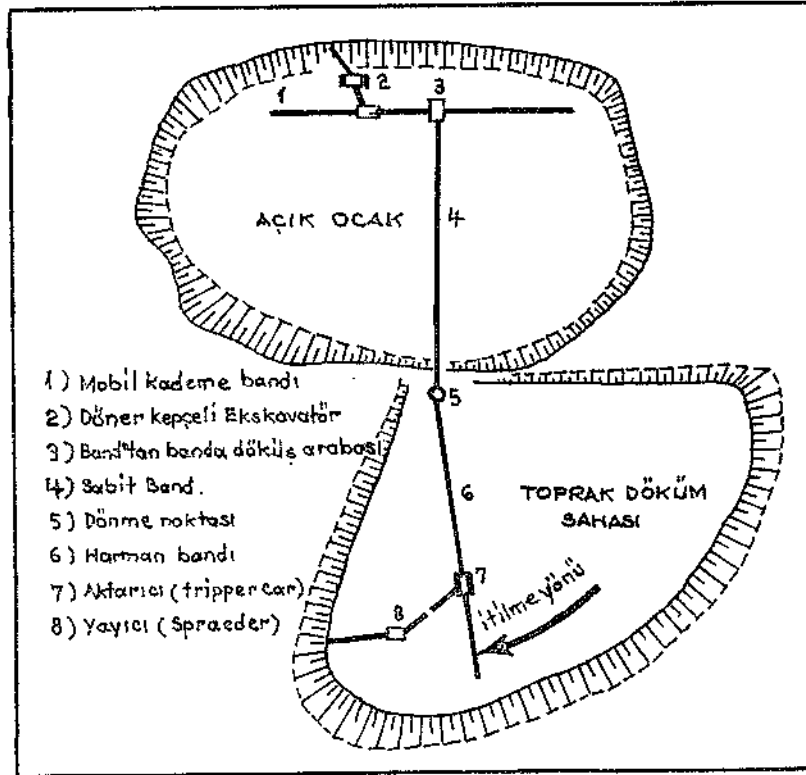


Şekil — 1

Döner kepçeli ekskavatör - band dekapaj yönteminin uygulandığı sahanın şematik kesiti

ra çekilir. Çekilme işi küçük işletmelerde normal buldozer ile, büyük işletmelerde ise özel çekme araçları ile yapılır. 3 No.lu band ile döküm sahasına nakledilen malzeme Absetzer (Spreader) denilen yayıcı ve dökücü makine ile yüksek veya alçak döküm olarak atılır. Harman bandı ile yayıcı ve dökücü makinenin alış bandı arasında, bandlı konveyörün traverslerinde bulunan ray veya kendi paletleri üzerinde zeminde ileri-geri hareket edebilen Bandschleifenwagen (Tripper Car) denilen aktarıcı makine kullanılır.

Bu metodun muhtelif çalışma yöntemleri mevcuttur. (Şekil - 2) de bir örnek verilmiştir.



ŞeMİ - 2
Dış dökümlü sistem planı

Toprak döküm sahasında, 6 No.lu harman bandı, harman doldukça, 5 noktası etrafında yelpaze şeklinde dönecek tarzda ileri doğru itilmektedir.

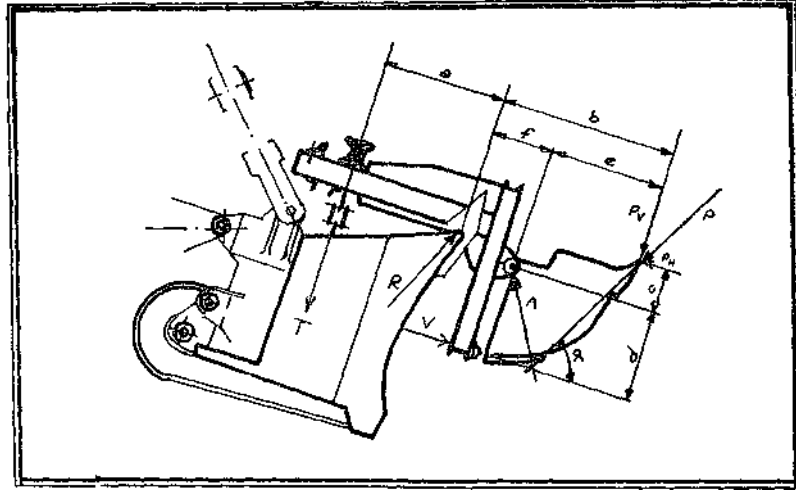
2.1.2. Kesitip Mukavemeti Etiidleri

G.L.İ. Seyitömer Bölgesi'mde Döner Kepçeli ekskavatör için lüzumlu kesme kuvveti tesbit etüdleri yapılmıştır.

Ekskavatörün kepçesi üzerine (Şekil - 3)'de gösterildiği gibi, küçük bir ölçme kepçesi monte edilmiştir. T - germe ve V - basınç kuvvetleri ölçülmüştür. Küçük kepçenin a, b, c, d, e ve f eb'atları bilindiğinden,

$$P_v = \frac{T \cdot a}{b}, \quad P_H = \frac{P_v \cdot e - V \cdot d}{c}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_v}{P_H} \quad P = \sqrt{P_v^2 + P_H^2} \text{ kesme mukavemeti hesaplanmıştır.}$$



Şekil — 3
Ölçme kepçesine gelen kuvvetler

Ölçme deneyleri üst damar ve ana damar örtü tabakalarında ayrı ayrı yapılmış olup, tabaka stampları (Şekil - 4)'de gösterilmiştir.

Tabaka Cinsi	Tabaka kalınlığı (m)	Kesme mukavemeti (kg/cm)
Muhiteli, Cins orta sertlikte Marn	3.75	180
Kumlu sert marn (Sert yumulu)	0.90	250
Ortasertlikte yeşil marn	0.65	180
Beyz marn (Sert yumulu)	0.20	250
Ortasert yeşil marn	1.00	180

Üst damar örtü tabakası

Tabaka Cinsi	Tabaka kalınlığı (m)	Kesme mukavemeti (kg/cm)
Tiftü ve beyaz renkli grisez Marn	1.50	180
Beyaz renkli kumlu marn	2.10	120
Kalkerli marn	0.60	180
Göçürümülü marn	0.30	120
Killi marn	0.50	120
Kumlu Göçürük Marn	0.60	100

Ana damar örtü tabakası

ŞeMi - 4

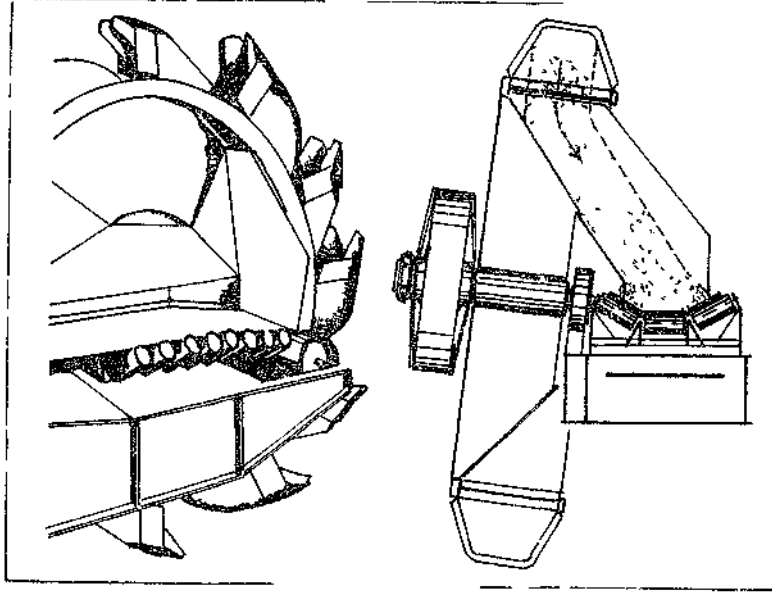
Ölçme deneylerinin yapıldığı tabaka stampları ve elde edilen kesme mukavemetleri

Şekilde gösterildiği üzere, tesbit edilen kesme mukavemetleri 100 ile 250 kg/cm. arasında değişmektedir. Tabakaların tetkikinden görüleceği üzere, örtü tabakası genellikle orta sertlikteki marnlardan oluşmakta olup, kesme mukavemeti 180 kg/cm.dir.

Döner kepçeli ekskavatör - band sisteminin geniş çapta uygulandığı Doğu ve Batı Almanya ile Rusya'da bu değer 90 kg/cm. civarındadır. Çekoslovakya'da ve diğer bazı ülkelerde 180 kg/cm. kesme mukavemeti olan arazilerde bu sistem uygulanmakta ise de, arazi tabakalaşma arz etmemektedir.

Tabakalaşma arz eden sert bir arazide, döner kepçe ile çalışılırken, blok halinde marn kopmaktadır. Böyle arazide patlayıcı madde kullanılırsa, yine aynı şekilde bloklar meydana gelmektedir.

Orta büyüklükteki bir döner kepçeli ekskavatörün kova hacimleri küçüktür. (Şekil - 5)



ŞeMİ – S

Kayma oluklu, hüresiz döner kepçe ve kovalan

1000 - 3000 m³/h kapasiteli bir ekskavatörün kova sayısı 8-10 arasında ve kova hacmi ise 200 -1200 litre arasında değişmektedir. Bu büyüklükteki bir kovanın ağız genişliği 40 - 60 cm. civarında olmaktadır.

G.L.İ. Açık İşletmelerinde, optimum miktarda patlayıcı madde kullanıldığı halde (200 gr/m³), dekapaj malzemesinin yarısına yakın miktarının eb'adı 60 cm.nin üzerinde bulunmaktadır.

Bu itibarla, madencilik tekniği bakımından değişik karakter gösteren sert ve tabakalı arazide döner kepçeli ekskavatör - band dekapaj metodu uygun olmamaktadır.

G.L.İ. Seyitömer Bölgesi'nde tesbit edilen yüksek değerdeki kesme mukavemetlerine göre, bir firma tarafından özel

bir döner kepçeli ekskavatör teklif edilmişse de, yapılan mukayeseli maliyet hesabında mevcut ekskavatör - kamyon metoduna göre bu sistemin;

Yatırım miktarında;

Dış parada	% 133
Toplam »	% 130
Dekapaj maliyetinde ise	% 27 pahalı olduğu görülmüştür.

2.2. Rîpper - Skreyper Metodu

Bu metotta, arazi ripperli buldozer ile gevşetilmekte ve skreyper ile alınarak döküm sahasına nakledilmektedir. Ripper - skreyper metodu daha önce incelenmiş ve G.Kİ. Tunçbilek Kuşpmarı Açık İşletmesi'nde denenmiştir. Formasyonun çok sert ve değişik karakterde olması, kazı ve toprak dökümü için arazi topografyasının müsait olmaması nedeni ile uygulama olanağı bulunamamıştır. Bu metod, geniş sahalarda ,sert ve yapışkan olmayan, aynı zamanda topografyasının müsait olduğu açık işletmelerde uygulanmaktadır.

2.3. Ekskavatör - Kanton Metodu

2.3.1. Genel Bilgi

Sert arazinin patlayıcı madde kullanılarak gevşetilmemesinden sonra, ekskavatör ile kazılıp, malzemenin ağır kamyonlarla taşınması usûlü, arazinin sertliğine ve topoğrafik şekline uygunluğu bakımından, pratik bir metoddur. Diğer bir avantajı da, kamyonlardan bir veya ikisi arıza yaptığı zaman, dekapaj faaliyetinin durmaması ve çok seyyal bir metod olmasıdır. Başlıca mahzuru ise, kış aylarında çalışma olanaklarının çok sınırlı olması, yedek parça ve akaryakıt bakımından, dışa bağlı kalınması ve devamlı döviz kaybını gerektirmesidir.

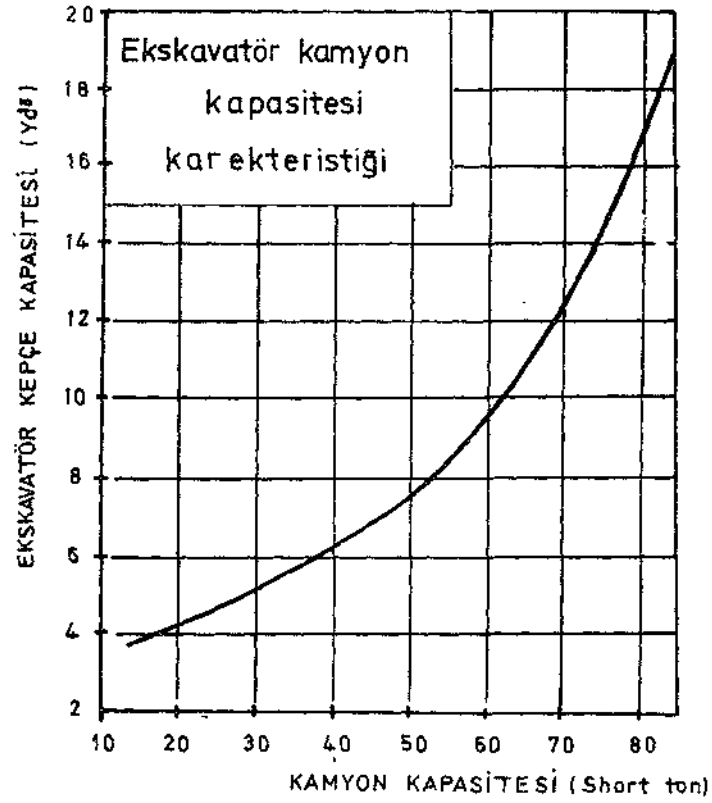
2.3.2. Teçhizat Kapasitesinin Tayini

Açık işletmenin durumuna, rezerv miktarına, örtü tabakasının cinsine ve kalınlığına, yıllık üretim miktarına, dola-

yisiyle dekapaj miktarına göre en uygun kapasitenin seçilmesi gereklidir.

Şartlar müsait olduğu takdirde, büyük kapasiteli teçhizatın seçilmesi tercih edilmelidir. Çünkü; büyük kapasiteli teçhizatın, tamir - bakım masrafları ile işçilikleri daha az, ünite sayısının azalması dolayısı ile trafiğin ve nezaretin daha kolay, dekapaj yollarının daha az ve fazla yedek parça stokunu gerektirmemesi gibi üstünlükleri bulunmaktadır.

Elde edilen tecrübeler ve yapılan incelemelere göre ekskavatör kepçe kapasitesi ile kamyon kapasitesi arasında (Şekil - 6)'da gösterilen bağıntının olması lâzımdır.



Şekil - 6
Ekskavatör kepçesi - Kamyon kapasitesi
bağıntı karakteristiği

2.3.3. Kamyon Sayısının Tayini (4,5 Yıllık Ekskavatore göre)

2.3.3.1. 27 Ton'luk Kamyon Sayısının Tayini

Lüzumlu kamyon sayısı :

$$A = \frac{\text{Ekskavatörün iş miktarı (m}^3/\text{h)}}{\text{Kamyonun iş miktarı (m}^3/\text{h)}}$$

bağıntısından hesaplanır. Ekskavatörün iş miktarının hesabında, verimli çalışma saati (50 dakika), periyot süresi, kepçe hacmi ve kepçe dolma faktörü (0,90), malzemenin kabarma faktörü gibi hususlar dikkate alınır.

Kamyonun iş miktarının hesabında ise, (verimli çalışma saati 45 dakika) kamyonun kapasitesi, dolma zamanı, yanaşma, manevra ve boşaltma zamanı ile yolda geçen süre, yani tur zamanı önemlidir.

Yolda geçen zamanın hesabı :

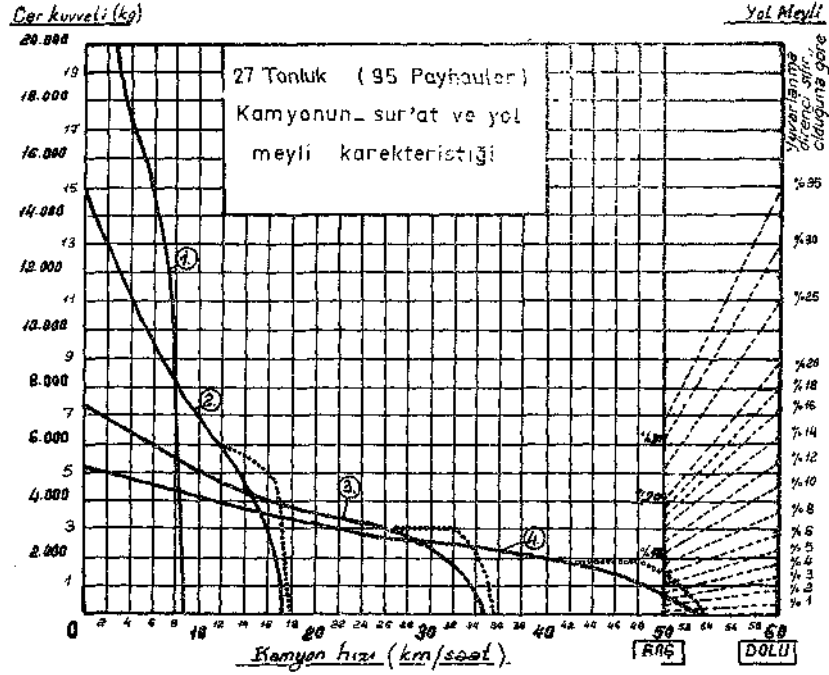
Yolda geçen zaman, kamyonun motoruna, şanzumanma, tekerlek eb'adına, yolun uzunluğuna, meyline, kurba ve de-ver durumuna, satıh evsafına ve sürücünün maharetine bağlı olarak değişir.

Yolda geçen zamanın hesabı için, önce kamyonun hızının bilinmesi gereklidir. (Şekil - 7)'den bu hız hesaplanır.

Ömek : + 850 m. rakımında, % 8 meyilli ve 400 m. uzunluğundaki stabilize bir yolda, dolu giden ve boş dönen bir dekapaj kamyonunun gidiş ve dönüşteki ortalama hızının tesbiti aşağıda izah edilmiştir.

GMIşideki ortalama hız :

(Dolu ve meyil yukarı) : Cer kuvveti = Arabanın toplam ağırlığı x (Yuvarlanma direnci + meyil direnci) = 48.000 kg. (% 2 + % 8) = 4800 kg.



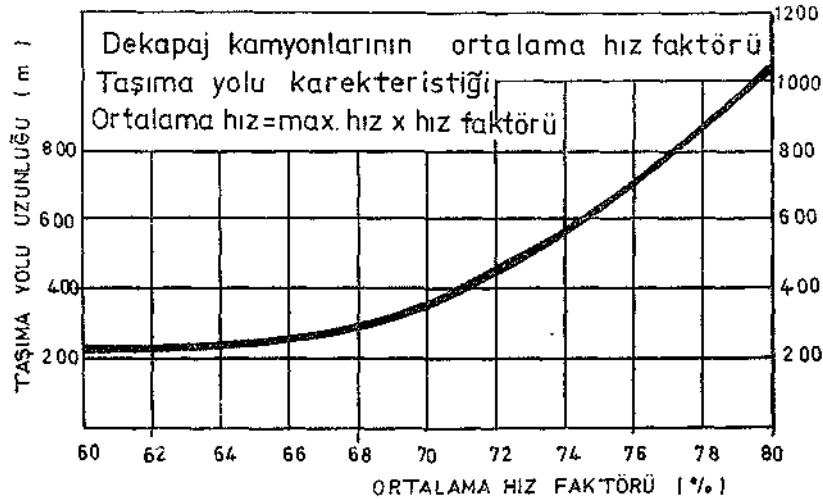
Şekli - 7
27 Short ton'luk kamyonun hız - meyil karakteristiği
(25 metrik ton)

(% 2 yuvarlanma direnci aşağıdaki tablodan alınmıştır.)

Taşınp yota satıh tipi	Yuvarlanma direnci	Sürtünme katsayısı
Beton, asfalt	% 2	0,80 -- 1,00
Tekerlek gömülmesi olmayan stabilize yol	% 2	0,50 -- 0,70
Tekerleğin hafif gömüldüğü vasat sıkıştırılmış yol	% 3	0,50 -- 0,70
Tekerlek gömülmesi 5 cm. olan yol	% 5	0,40 -- 0,50
Tekerlek gömülmesi 10 cm. olan yumuşak yol	% 8	0,40 -- 0,50
Gevşek yol (kum + çakıl)	%10	0,20 -- 0,30

Grafiğin (dolu) çizgisinden (% 2 + % 8 = % 10) hızından ufki olarak gidilirse 2. vites eğrisi kesilir. Kesilen noktadan aşağıya dik inilirse 13,8 km/saat hız bulunur. Bu hız max. hızdır. Bu hızın (Şekil - 8)'deki 400 m. yol uzunluğu için bulunan 0,71 ortalama hız faktörü ile çarpılması gerekir.

$$\text{Ortalama hız} = 13,8 \text{ km/saat} \times 0,71 = 10 \text{ km/saat.}$$



Şekil - 8

Ortalama hız faktörü karakteristiği

Dönüşteki ortalama hız (Boş ve meyil aşağı) :

Cer kuvveti = $21.110 \text{ kg} \times (\% 2 - \% 8) = -1267 \text{ kg.}$ motor frenler. (Şekil - 7)'deki grafiğin «Boş» çizgisinden % 8 — %2 = %6 üzerinden gidilerek 4. vites kesilir.

$$\text{Ortalama hız} = 46 \text{ km/saat} \times 0,71 = 32,7 \text{ km/saat.}$$

(Not : + 900 m. rakımdan itibaren her + 300 m. rakım başına, cer kuvvetinde % 3 azalma olur. Tekerleklerin patenaj yapmaması için kullanılan cer kuvvetinin kullanılabilir cer kuvvetinden küçük olması lâzımdır. Kullanılabilir ve kuvveti = tekerleklere gelen yük x sürtünme katsayısı (Sürtünme katsayısı yukarıdaki tabloda verilmiştir.)

Yolda geçen zaman :

$$\text{Gidişde} = \frac{0,400 \text{ km}}{13,8 \text{ km/saat}} \times 60'/\text{h} = 1,74'$$

$$\text{Dönüşte} = \frac{0,400}{32,7} \times 60'/\text{h} = 0,73'$$

Doldurma zamanı :

27 ton'luk kamyonun 4,5 Yd³ ekskavatör ile doldurulduğu ve kepçe periyodunun 30", kepçe faydalı yükünün 6 ton olması halinde;

$$\text{Kamyon dolma zamanı} = \frac{27 \times 0,904}{6} \times 0,5' = 2,03'$$

Tur zamanı ve kamyon sayısı :

Tur zamanı =

Yolda geçen zaman + doldurma zamanı + (manevra, yanaşma ve boşaltma = 2')

$$= 1,74 + 0,73 + 2,03 + 2,00 = 6,50 \text{ Dakika.}$$

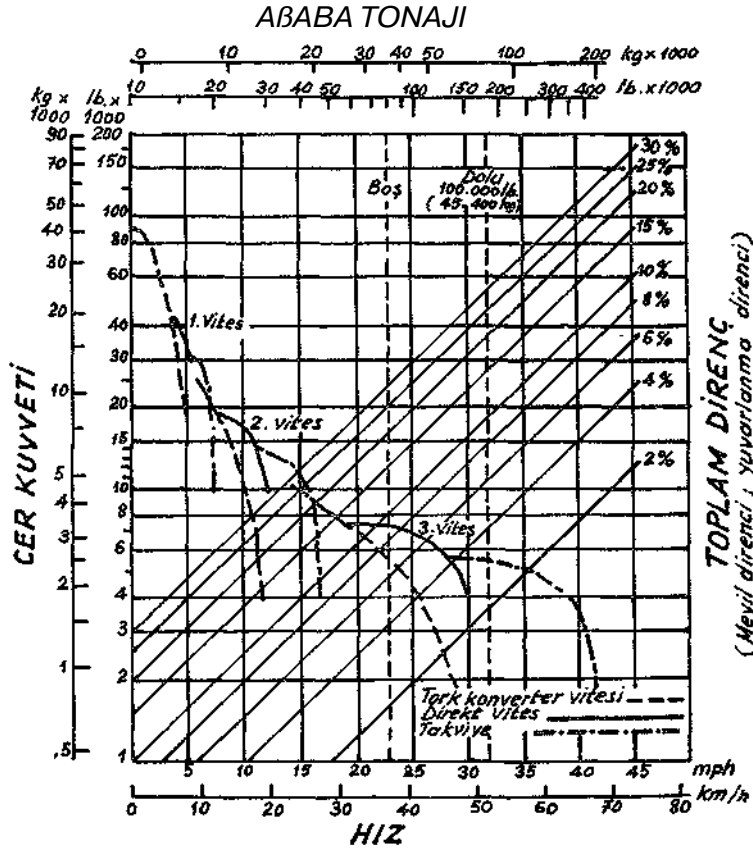
$$\text{Kamyon sayısı} = \frac{600 \text{ t/h}}{45' \times 27 \text{ t} \times 0,904} \times 6,50' = 3,6 \text{ (4) Adet.}$$

2.3.3.2. 50 Ton'luk Kamyon Sayısının Tayini

Yukarıda izah edildiği üzere, her kamyonun tonajına ve diğer özelliklerine göre performans değerleri değişmektedir.

Konuya açıklık getirebilmek için, Şekil - 9'da gösterilen Caterpillar 773 tipi 50 ton'luk (45 metrik ton) kamyonun performans değerlerinin izahı faydalı görülmüştür.

Grafikte toplam direnç (meyil direnci + yuvarlanma direnci) müştereken mütalaa edildiğinden, meyil yukarı çıkışta grafikteki meyil rakamları aynen alınmakta, meyil aşağı inişlerde ise grafik meyil değerlerinden (2 x % 2 =) % 4 rakamının çıkarılması gerekmektedir.



ŞeMİ - 9

5© Tonluk Cat. kamyonun haz - meyil karakteristiği

Örnek : Kamyonun boş ağırlığı = 35.900 kg., faydalı yükü = 45.400 kg. toplam ağırlığı = 81.300 kg. olmaktadır.

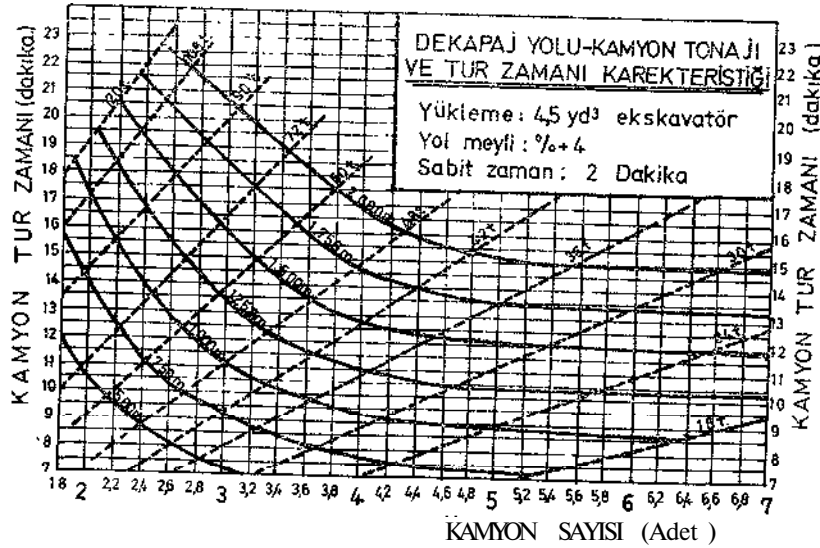
% 10 meyilde dolu olarak çıkıştaki araba süratini tesbit için; üstdeki araba tonajı çizgisinin 81.300 kg. noktasından şekilde kesik hatla gösterildiği gibi % 10 meyil çizgisi kesilinceye kadar dik inilir, kesişme noktasından sola doğru yatay olarak gidilir ve 2. vites eğrisi kesilir, bu noktadan aşağıya dik inilerek 12 km/h max. hrz bulunur. Aynı meyil boş olarak çıkılacak olursa, bu defa araba tonajı çizgisinden 35.900 kg. bulunur, aynı şekilde devam edilerek 28,5 km/h max. hız bulunur.

Aynı meyillerden dolu ve boş olarak aşağı inilmek İste-
 di A y i S e aynı tona J lardan hare ket edilir, ancak bu defa
 /o 10 — % 4 = % 6 meyü çizgileri kesilerek; doluda 25 km/h
 boşta ise 42 km/h max. hız bulunur.

Kamyon sayısının hesabında, bundan sonraki safhalar
 Bolum 2.3.3.1. de izah edildiği gibi hareket edilir.

2.3.3.3. Diğer Tonajdaki Kamyon Sayılarına Tayini

Yüklemenin 4,5 Yd'lük ekskavatörle yapılması, yol me-
 yılının % 4 olması, kamyonlarının meyil yukarı dolu olarak
 gitmesi ve boş olarak dönmesi, manevra, yanaşma ve boşalt-
 ma gibi sabit zamanların 2 dakika olmasına göre, muhtelif
 uzunluktaki taşıma mesafelerine ve muhtelif tonajlara göre
 lüzumlu kamyon sayısı hesaplanarak Şekil - 10'daki grafikte
 gösterilmiştir.



Sekil — 10

Taşıma yolu - Kamyon tonajı - Kamyon sayısı
 Bağını Karakteristiği

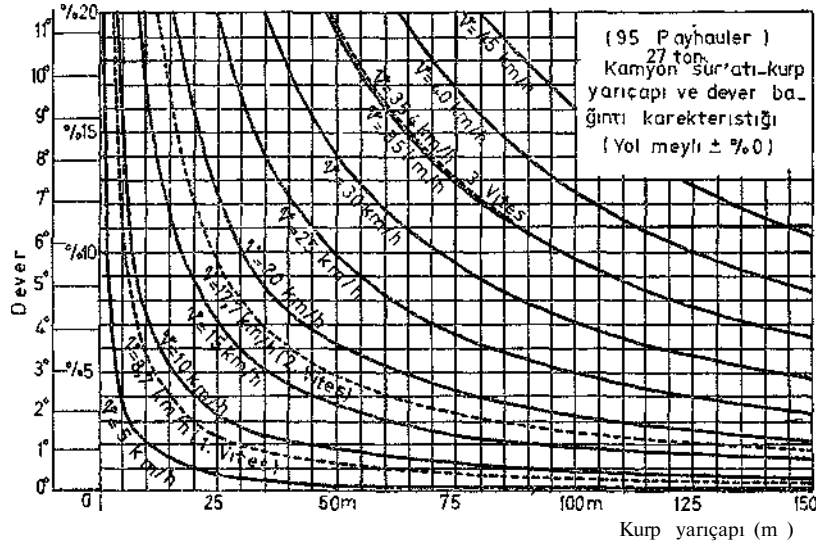
Örnek : Taşıma mesafesi 1.750 m. olursa, lüzumlu kam-
 yon sayısı; 60 ton'luk 3,5 (4) adet, 35 ton'luk 5 adet kamyo-
 na ihtiyaç vardır.

60 ton'luk kamyonların tur zamanı 16,25 dakika: 35
 tonluk kamyonların ise 13,50 dakikadır.

2.3.3.4. Kamyon Sayısını Etkileyen Faktörler

Yukarıda gözönünde bulundurulan hususlar dışında, kamyon hızına, dolayısıyla kamyon sayısına; kurp, dever (Merkezkaç kuvvetine karşı kurp içinde verilen meyil) ve kurp genişliği gibi faktörlerin de tesiri büyük olmaktadır.

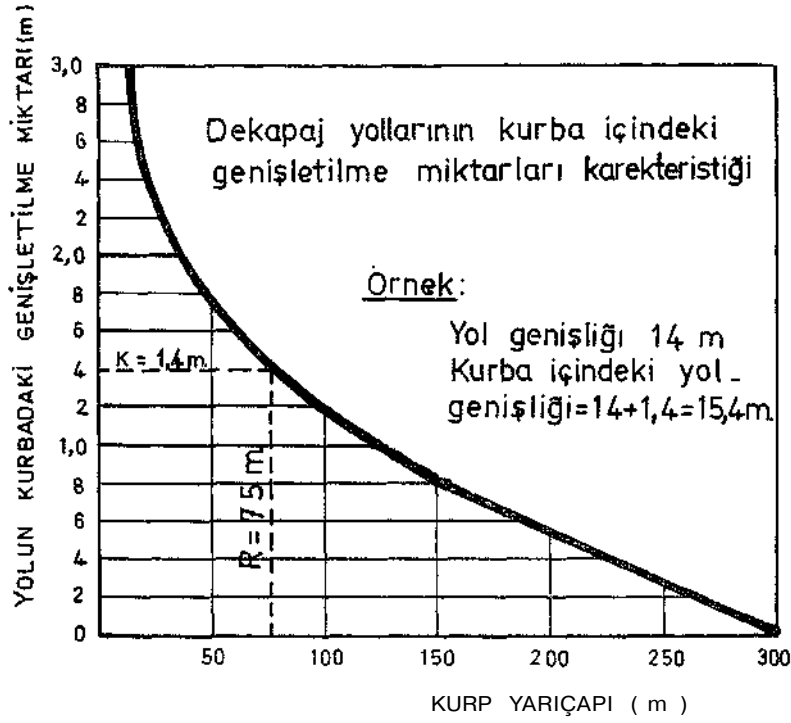
Kurp yarıçapı ve dever açısı büyüklüklerinin araba hızlarına olan etkisi yol meyli 0° kabul edilerek Şekil - 11'deki grafikte gösterilmiştir.



ŞeM1 — il
27 Ton'luk Kamyon sür'atı - Kurp yarıçapı ve dever
bağıntı karakteristiği.

Örnek : Kurp yarıçapı = 50 m. araba sürati = 25 km/h olursa, kurp içindeki meyilin (dever'in) % 10 olması gerekmektedir. Dever % 5 olursa, aynı kurp'da hızın azalması ve 17,7 km. olması, yani kamyonun 3. vitesten 2. vitese alınması gerekmektedir. Kamyonun hızının değişmemesi arzu edildiğinden dever % 5 olursa, 25 km/h da, kurp yarıçapınının 100 m. olması gerekmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere dekapaj yollarında yol meyiline, sathına, uzunluğuna olduğu kadar kurp yarıçaplarına ve dever açısına da son derece dikkat etmek gerekmektedir.

Dikkat edilecek diğerk bir hususda, yolun kurp içindeki genişliğinin içe doğru Şekil - 12'de gösterilen miktarlarda artırılmasıdır.



ŞeMI - 12

Dekapaj yollarının, kurp içindeki genişleme miktarları karakteristiği

Kurp içinde karşılıklı gelen büyük tonaj ve eb'adlı ağır kamyonların, hızlarını azaltmadan rahatlıkla birbirlerini geçebilmeleri için düz yolda olduğundan daha fazla genişliğe ihtiyaç vardır. Bu miktar, 14 m. yol genişliği için 1,4 m. olup, bu genişliğin kurp merkezine doğru yapılması gerekmektedir.

2.3.4. Ekskavatör - Kamyon Sisteminin Zaman Etüdü

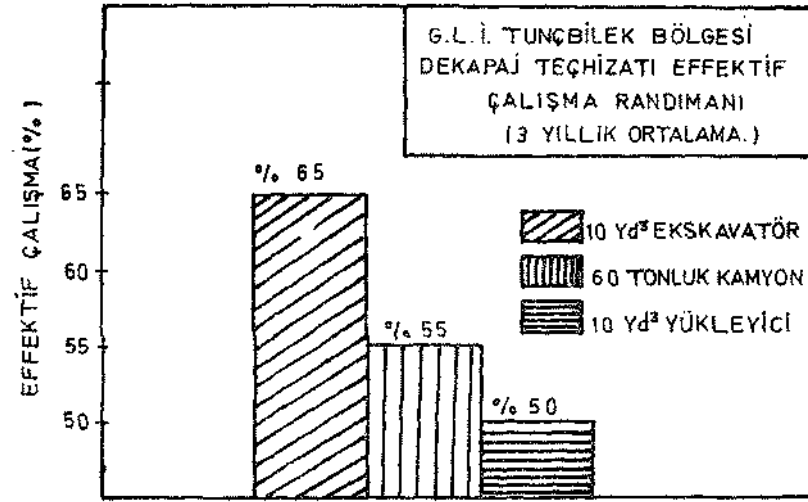
Bölüm 1.3'de izah edildiği gibi ekskavatör - kamyon dekapaj yöntemi G.L.İ. Müessesesi açık işletmelerinde uzun yıllardan beri geniş çapta ve başarı ile kullanılmakta olduğundan, tamir - bakım - onarım - yenileme yöntemleri geliştirilmiş ve üst düzeye getirilmiştir. Çalışan eleman ve ekipler ge-

.kli tecrübe ve bilgiyi haizdir. Yedek parça stok kontrol şiş-
emi kompütör ile yapılmaya başlanılmıştır.

Dekapaj ve kömür nakil yolları Avrupa ve Amerika'daki
emsallerine nazaran daha muntazam ve daha iyi durum-
dadır.

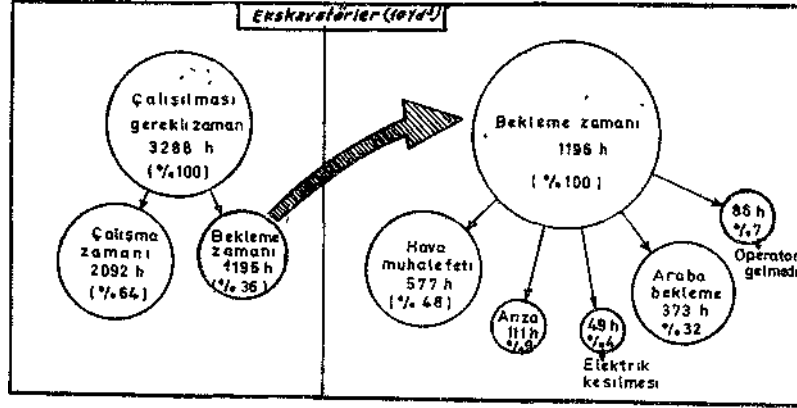
Yılda 200 gün ve günde iki vardiye çalışıldığından teç-
hizatın bakımı zamanında ve gerektiği şekilde yapılmak-
tadır.

Bütün bunlara rağmen, muhtelif nedenler ve bilhassa
yedek parça temininde çekilen güçlükler yüzünden fiilî ça-
lışma zamanı istenilen seviyeye ulaşmamaktadır. Bu durum
aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Değerlendirmede 104 adet
65 short (60 metrik) tonluk kamyon ve 10 adet 10 Yd³ (7,6
m³)'lük ekskavatörlerin 1974, 1973 ve 1976 yıllarında olmak
üzere 3 yıldaki durumları incelenmiş ve elde edilen bilgile-
rin ortalaması alınmıştır.



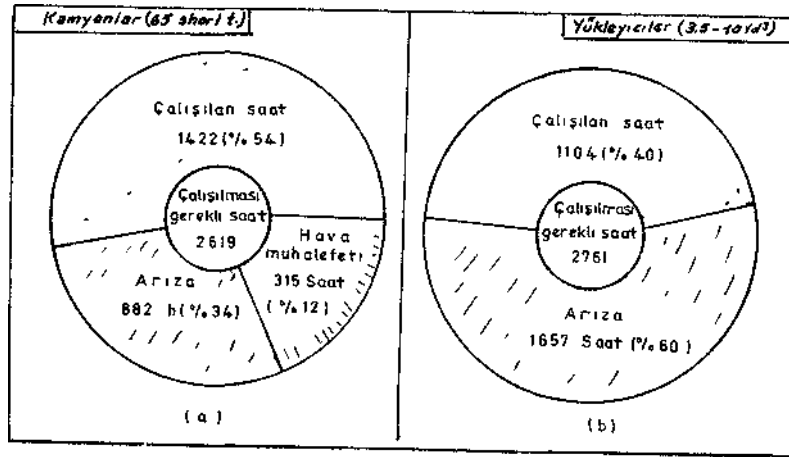
ŞeMi — 13
Tuaçbilek Bölgesi'ads dekapajda kullanılan
teçhizatın çalışma randımanı?

(Şekil - 13)'e göre, ekskavatörlerin çalışma randımanı
% 65, kamyonların % 55, yükleyicilerin ise % 50'dir. Beklemler
zamanlarını, arıza, çalışması gerekli zaman içindeki hava mv
halefeti, gibi sebepler teşkil etmektedir. (Şekil - 14).



Şekil — 14
Seyitömer Bölgesi'nde çalışan ekskavatörlerin çalışma randımanları ve bekleme zamanları

G.L.İ. Seyitömer Bölgesi'nde, dekapajda çalışan ekskavatörlerin çalışma randımanı % 64'dür. Geri kalan % 34 bekleme zamanı % 100 kabul edilirse, bunun % 48'ini kış ayları hariç, programlanan zaman içindeki hava muhalefeti, % 9'unu arıza, % 4'ünü elektrik kesilmesi, % 32'sini araba bekleme ve % 7'sini operatörsüz kalma zamanı teşkil etmektedir.



ŞeMI — 15
Seyitömer Bölgesi'ndeki kamyon ve yükleyicilerin çalışma randımanları a) Kamyon, b) Yükleyici

(Şekil-15.a)'da gösterildiği gibi kamyonlar, çalışması plânlanan 2619 saat/yıl içinde, ancak 1422 saat (% 54) çalışmışlar, buna mukabil 882 saat (% 34) arıza ve 315 saat (% 12) hava muhalefeti yüzünden beklemişlerdir.

Yukarıdaki değerlendirmede, kamyonların hava muhalefeti ve ekskavatörlerin hava muhalefeti ile kamyon bekleme süreleri, bekleme zamanı içinde mütalâa edilmiştir. Bu müddet zarfında alınacak tedbirlerle teçhizatın çalıştırılabildiği ve arıza yapmadığı kabul edilirse ekskavatörlerin fiilî çalışma randımanları % 92,5, kamyonların ise % 66 olmaktadır.

2.4. Kırıcı - Band. Dekapaj Yöntemi

2.4.1. Genel Bilgi

Son zamanlarda gerek işçilikler, yedek parça ve malzeme fiatlarındaki artışlar ve gerekse toprak/kömür nisbetinin artması karşısında daha rantabl bir dekapaj sisteminin araştırılması bir zaruret halini almıştır.

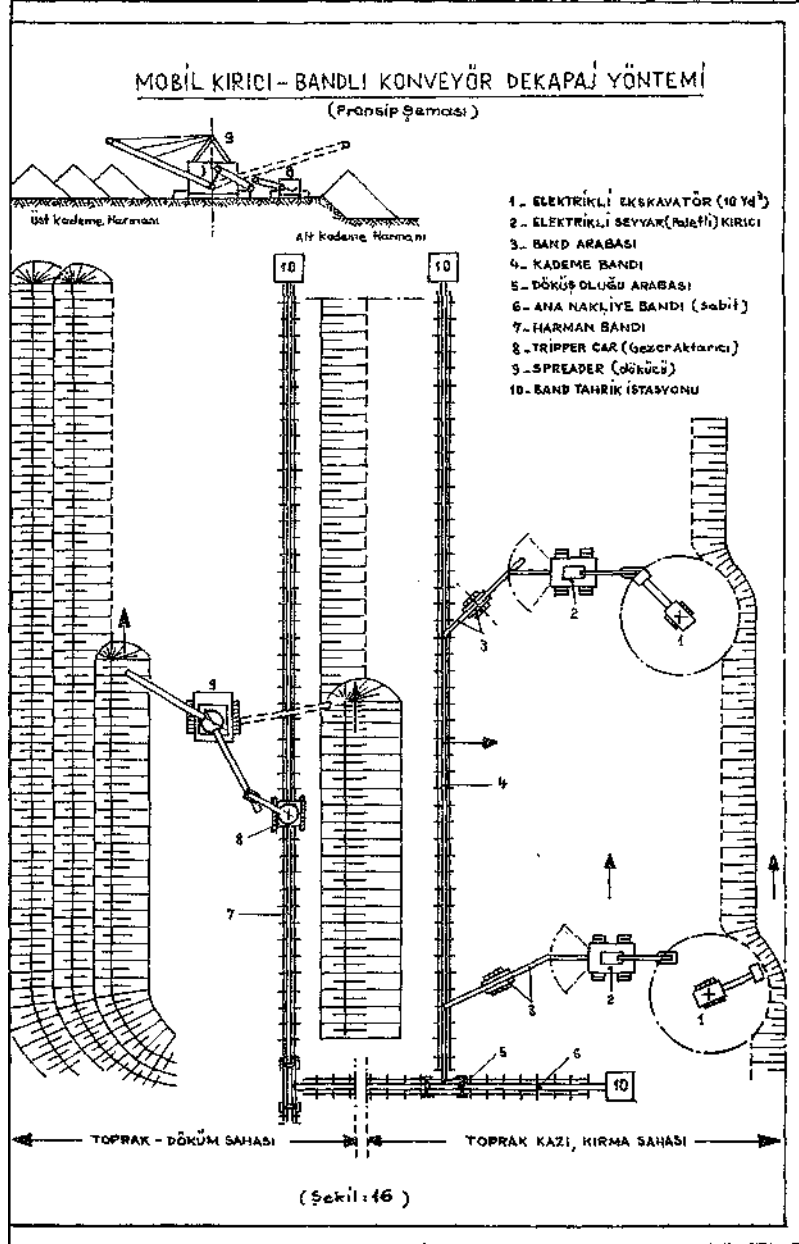
Düşünülen dekapaj yöntemleri arasında mobil kırıcı-bandlı konveyör sistemi de bulunmaktadır.

Yapılan araştırmalara göre, bu metod dünyada henüz uygulama alam bulamamıştır. Yalnız, İngiltere'de West Field O.C.C.S. Kinglossie Nr. Cardenden FIFI SCOTLAND Maden İşletmesinde Costain Mining Firması tarafından sadece restorasyon (çalışılan sahanın tekrar ziraate elverişli hale getirilmesi) gayesiyle ve belli bir zaman için kullanılmıştır.

Ayrıca Batı Almanya'da Karlstad kalker ocağında E. SCHWENK, Zement -und Steinwerke Firması'nın kırıcı-band sistemini uygulamayı tasarladığı öğrenilmiştir.

2.4.2. Yöntemin Kısa İzahı

Yukarıda bahsedilen ve daha önce G.L.İ. Müessesesince üzerinde durulan sistem (Şekil--16)'da şematik olarak izah edilmiştir.



Seid!— 16

Burada, ekskavatörler ile alman malzeme, seyyar kırıcıya verilmektedir. Kırıcılar malzemeyi, band ile müsait büyüklüğe (O - 200 mm.'ye) kırmaktadır. Kırıcı kapasitesini küçük tutabilmek için kırıcı, —200 mm. eb'adındaki malzemeyi ayıracak bir vibrör grizli ile teçhiz edilebileceği gibi, gelen malzemenin tamamını geçirebilecek şekilde büyük kapasiteli de olabilir. Grizli dar boğaz teşkil edeceğinden, gelen malzemenin tamamının kırıcıdan geçirilmesi daha uygundur. Kademe bandının uzun süre çekilmemesini sağlamak ve lüzumlu flexibüiteyi temin etmek için kırıcı ile kademe bandı arasında band arabası kullanmak faydalıdır.

Kademe bandı ile nakledilen malzeme 6 no. lu sabit banda, buradan da 7 no. lu harman bandına verilmektedir. Bantların döküş noktalarında, tekerlekli döküş olduğu arabası bulunmaktadır.

Harman bandı 8 no. lu tripper car (gezer aktarıcı) içinden geçtiğinden, spreader'e (dökücü makinaya) flexibel şekilde malzeme verilebilmekte ve spreader'in uzun ve hareketli bumu sayesinde döküm yapılabilmektedir.

2.4.3. Kinci Tipleri Hakkınca Genel Bilgiler

Sistemin en önemli unsurunu ve darboğazını kırıcılar teşkil ettiğinden, kırıcıların iyice incelenmesi ve en uygun tipinin seçilmesi gereklidir. Bu sebepten bazı Avrupa ülkelerinde, değişik tip ve büyüklükte hareketli kırıcılar yerinde görülmüş ve çalışmaları etüd edilmiştir.

Görülen kırıcıların tamamı, çimento sanayiine kırılmış kalker malzemesi hazırlamak gayesiyle taş ocaklarında çalışmaktadır. Malzeme kırılğan, silis miktarı ve rutubeti azdır. Bu sebepten aşındırma ve yapışma özelliği, memleketimizdeki marnlara nazaran azdır.

Aşağıda yerinde görülen kırıcı tiplerine ait bilgiler özetlenmiştir.

2.4.3.1. Çeneli Kinci

Sert malzemenin kırılması için elverişlidir. Malzemeyi ezerek kırdığından çenelerde yapışma ihtimali fazladır.

2.4.3.2. Konik Kırıcı

Kalker, dolomit, bakır ve demir cevherleri gibi sert ve orta sertlikteki malzemenin kırılmasında kullanılır. Yumuşak ve rutubetli malzemenin kırılmasında, yapışma olacağı için uygun değildir.

2.4.3.3. İmpakt Kırıcı

Kalker ve sert marn'ın kırılmasında kullanılmakta ve genellikle sabit olmaktadır.

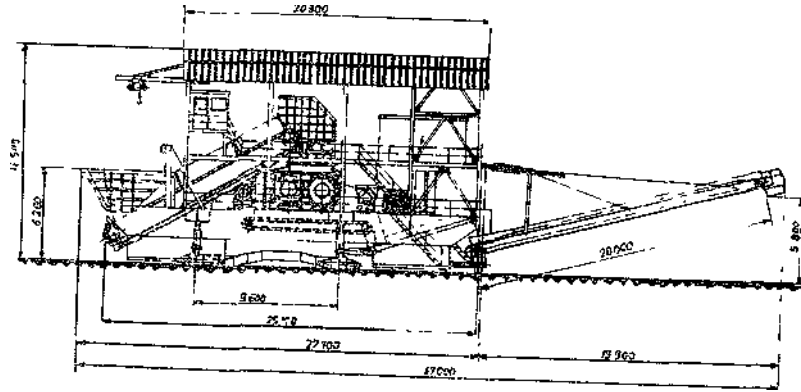
Rotorlarda ve kanatlarda aşınma fazla olduğundan rotor kanatlarının 1000 saat çalıştıktan sonra değiştirilmesi gerekmektedir. Yapışmaya karşı kırıcı, hidrolik yağ sirkülasyonu ile 300°C'a kadar ısıtılmaktadır. Buna rağmen çok yağmurlu günlerde ıslak gelen malzeme problem yaratacağından çalıştırılmamaktadır.

2.4.3.4. Tek Tamburin Çekiçli Kırıcı .

Malzemenin mümkün olduğu kadar kuru (rutubet miktarı max. % 5) olması ve giren malzeme eb'admin fazla büyük olmaması gerekmektedir.

2.4.3.5. Çift Tamburlu Çekiçi Kırıcı

Bu kırıcıda yapışma az olmakta ve marn gibi yumuşak ve orta sertlikteki malzeme kullanılabilir (Şekil -17)'de bu kırıcının genel kesiti verilmiştir. 1000 t/h kapasiteli olanların tambur çapı 2 m. ve tambur üzerindeki çekiçlerin ağırlığı 100 kg. civarında olmaktadır.



Şekil — 17

1000 t/h kapasiteli, çift tamburlu, çekiçi mobil tacı

' "Kırılma işlemi, kırıcı içindeki mahmuzlarda, cidarlarda, çekiçlerde ve altta bulunan grizli üzerinde olmaktadır. Büyük eb'adta malzeme geldiği zaman bazı tiplerde otomatik olarak beslenme durmakta veya kumanda ile durdurulmaktadır. Büyük parçanın kırılması bittikten ve kırıcı normal devrini aldıktan sonra beslenmeye devam edilmektedir.

- Aşağıdaki resimlerde 1000 t/h kapasiteli mobil kinci ve tamburlardan biri görülmektedir.

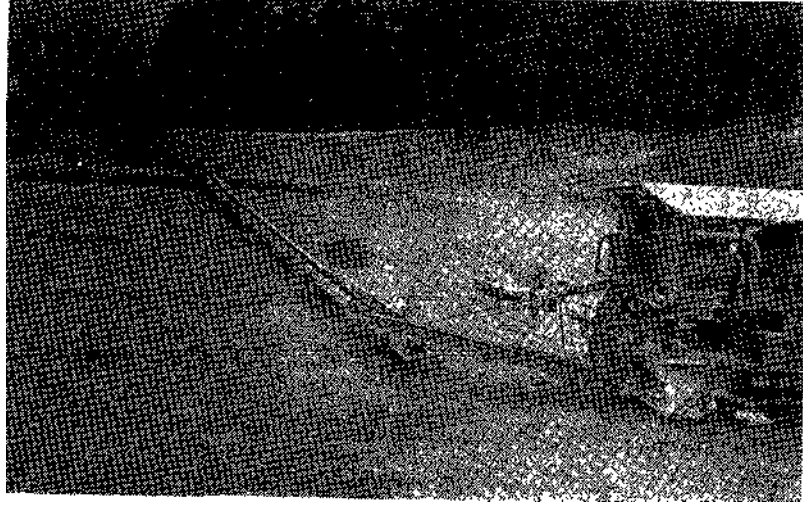


(Resim--1)

Çift tamburlu, çekiçli kincinin içten görünüşü

Kırıcıdaki aşınma bilhassa silisli, yumuşak ve yüksek rutubetli malzemede fazla olmaktadır. Çekiçler ortalama 300.000 ton malzemenin kırılmasından sonra ters-yüz edilmekte ve 600.000 ton'da aşınan yüzü kaynakla doldurularak tekrar kullanılmakta ve 1.000.000 ton'da atılmaktadır. Diğer aşınan kısımlardan cidar kaplamalarının ömrü, mahmuzlar 3.000.000 ton, rotor ise 4.000.000 ton'dur. (Marn'da bu değerlerin daha bir miktar azalacağı tahmin edilmektedir.)

Bu kırıcı (Şekil-17)'de görüldüğü üzere çok büyük eb'atda olup yüksekliği 15 m., ağırlığı ise 520 ton'dur.



(Resim –2)

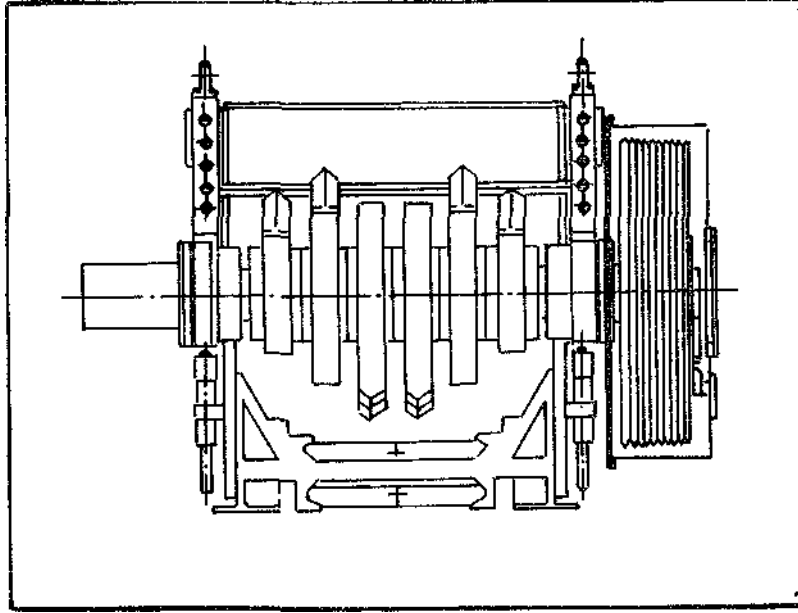
Çift tamburlu, çekiçli kincimn genel görünüşü
Malzeme 0-300 mm, yerine 0-200 mm. eb'ada kırılmak istenirse, altta
bulunan grizli sökilmekte ve kincinin kapasitesi artmaktadır.

2.4.3.6. Dişli Merdaneli Kırıcı

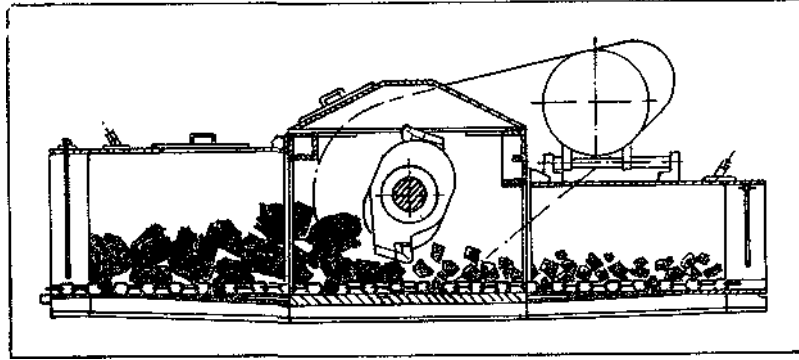
Bu kırıcı da, büyük eb'at ve ağırlıktadır. Merdaneleri üzerinde büyüklü küçüklü dişler olup, birbirlerine ters istikamette dönerler. Dişlerin aşınması fazla olmakta ve 3-4 ayda bir kaynakla doldurulmaktadır. Marn gibi esnek ve yumuşak malzeme kırıcıya girdiği zaman merdanenin dişleri üzerinde zıplayarak kırılma randımanını düşürmektedir.

2.4.3.7. Panzerli Kırıcı

Yeraltında, ayaklardan ve bacalardan çıkan kömürün ve arasında bulunan ara kesmelerin kırılmasında kullanılmaktadır. Kapasitesi 1500 t/h'a kadar olabilmektedir. Giren parçanın kalınlığı 80 cm., genişliği 120 cm. olarak tahdit edilmektedir. Kırıcının ağırlığı 12 ton civarında olup, eb'atları da küçüktür.



Şekil — 18
Panzerli kırıcının enine kesiti



Şekil — 19
Panzerli kırıcının boyuna kesiti

Yukarıdaki şekillerde görüldüğü gibi, kırma işlemi panzer üzerinde, dönen ve yüksekliği hidrolik ayarlanabilen bir tambur vasıtasıyla olmaktadır. Tambur üzerinde 6 adet sert metalden kesici ve ezici uç vardır. Uçlar kolayca değiştirilebilmektedir.

2.4.4. Kırıcılar **Hakkında** Kanaat

Bir adet 10 Yd³'lük ekskavatör kapasitesine (1000 t/h) tekabül eden mobil kırıcı, büyük eb'atda ve ağırlıkta olup, hareket kabiliyeti azdır.

Diğer taraftan, yalnız kuru ve kırılğan malzemenin kırılmasında kullanılmakta, buna rağmen aşınma meydana gelmektedir. Marn gibi rutubetli ve yapışmaya müsait olan malzemenin kırılmasında, aşınmanın çok daha fazla olacağı ve problem meydana getireceği mümkün görüldüğünden, bu kırıcıların ekskavatörle kazılan büyük eb'atlı dekapaj malzemesinin sırf bandlı konveyör ile nakletmeye müsait hale getirilmesi gayesiyle kullanılması pratik bir usûl olarak görülmemektedir.

Bununla birlikte, basit, küçük tonaj ve eb'atlı olması, kırık üzerinde kolaylıkla hareket ettirilebilmesi ve ucuz olması gibi avantajları bulunduğu için, panzerli kırıcının, kömür kırılmasında kullanılması ve bu arada dekapaj malzemesinin denenmesinde fayda mülâhaza edilmektedir.

2.5. Yükleyici - **Kamyon** Dekapaj Yöntemi :

2.5.1. Genel Bilgi

Bu yöntem, elektrik enerjisinin bulunmadığı münferit ve küçük açık işletmelerde tercih edilmekte; fleksibil ve ilk yatırım maliyetinin az olması sebebiyle de pratik bir usûl olarak görülmektedir.

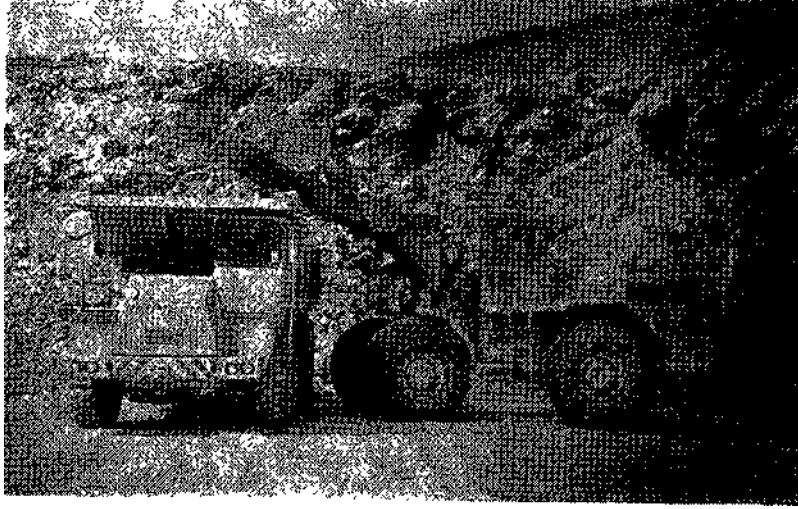
Buna rağmen elektrikli ekskavatörlere nazaran aşağıdaki dezavantajları bulunmaktadır.

Arıza nisbeti daha fazladır. (Şekil-13) ve (Şekil-15.b)'deki grafiklerde gösterildiği gibi fiili çalışma randımanı az olup, Tunçbilek'de % 50, Seyitömer'de % 40'dır.

Ekskavatörlerin arızaları daha kolay giderilmekte ve arızaların giderilmesinde % 75 oranında yerli malzemenin kullanılması mümkün olmaktadır.

Yükleyicilerin motorları ve şanzumanları büyüktür. Tamirinde daha kalifiye elemana ihtiyaç gösterir. Yedek parçanın % 90'ını hariçten gelmesi icabeder.

Lâstiklerin ve lâstiklerle beraber kullanılması gereken zincirlerin ve zırhların ithali zorunludur. (Resim-3 ve 4)



(Resim — 3)
lâstiklerine zincir takılı 1® Yd³ yükleyici



(Resim — 4)
Lâstiklerine zurh takılı 10 Yd³ yükleyici

Yükleyicilerin kepçe kaldırma gücü, aynı kepçe kapasiteli ekskavatörün yarısı kadar olduğundan, lâgımlama işinin son derece iyi yapılması gerekmektedir.

Ekskavatörlerin ekonomik ömürleri 10 yıllık amortisman süresini aştığı halde, yükleyicilerde 5 yıllık amortisman süresi aşılmamaktadır.

2.5.2. Lüzumlu Teçhizat Miktarının Tesbiti

Yapılan etüdlere göre, 10 Yd³'lük yükleyicinin 65 short ton'luk kamyonu yüklemeye periyodu, 10 Yd³'lük elektrikli ekskavatör periyodunun 2 mislinden az olmadığı görülmüştür. Buna göre, aynı iş miktarı için 2 adet yükleyici veya 1 adet ekskavatör kullanılmaktadır.

Kamyon miktarının tesbitinde, Bölüm 2.3.'de izah edilen hesaplama şekli, burada da uygulanmaktadır.

2.6 Ekskavatör - Vagon Dekapaj Yöntemi

2.6.1. Genel Bilgi

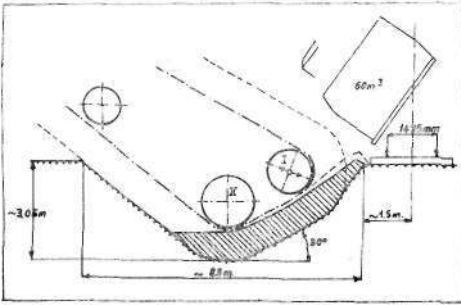
Bölüm 2.4'de izah edildiği gibi, jeolojik ve ekonomik şartların (toprak/kömür nisbetinin artması, işçiliklerin ve malzeme fiyatlarının süratle yükselmesi, v.s.) olumsuz yönde gelişmesi karşısında, daha az dışa bağlı olan ve daha az döviz sarfını gerektiren, daha rantabl bir dekapaj yönteminin uygulanması öteden beri araştırma konusu olmuştur. Bu şartlara cevap verebilecek yöntemlerden biri olarak, ekskavatör - demiryolu sistemi düşünülmektedir.

Sert örtü tabakalı olmayan açık işletme dekapajından bu sistem birçok ülkede uygulanmaktadır. Doner kepçeli ekskavatör ile yüklenen büyük tonajlı vagonlar elektrikli lokomotif ile çekilerek harmanda (Şekil - 20)'de görüldüğü şekilde bir hendeğe tumba edilmektedir.

Dekapaj malzemesi kumlu olduğu için «Aufnahmege-
raet» denilen ve döner kepçeli ekskavatöre benzeyen *bîr*
alıcı makine ile alınarak bandlı konveyöre verilmekte ve
«Tripper Car - Absetzer» ile atılmaktadır.

Sert örtü tabakalı açık işletmelerde izah edilen usûl yaygın olarak uygulanmamaktadır. Bazı kalker ocaklarında shovel ekskavatör ile yüklenen vagon nakliyatı var ise de, sabit bir noktaya (sabit kırıcı) taşıma yapılmaktadır.

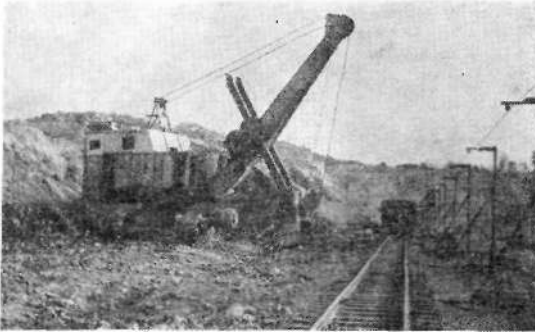
Ayrıca bu sistemin Rusya'da Kazakistan'daki bir kömür işletmesinde uygulanmakta olduğu öğrenilmiştir.



Şekil — 20

Sert örtü tabakalı olmayan dekapaj malzemesinin
harmanda vagondan tumba edilmesi

(Resim-5)'de görülen demiryolu ve enerji nakil hattı,
zemin müsait olmadığı için, çekme makinesi ile itilememekte
ve demontaj - montaj suretiyle kademeye çekilme işlemi ya-
pılmaktadır.

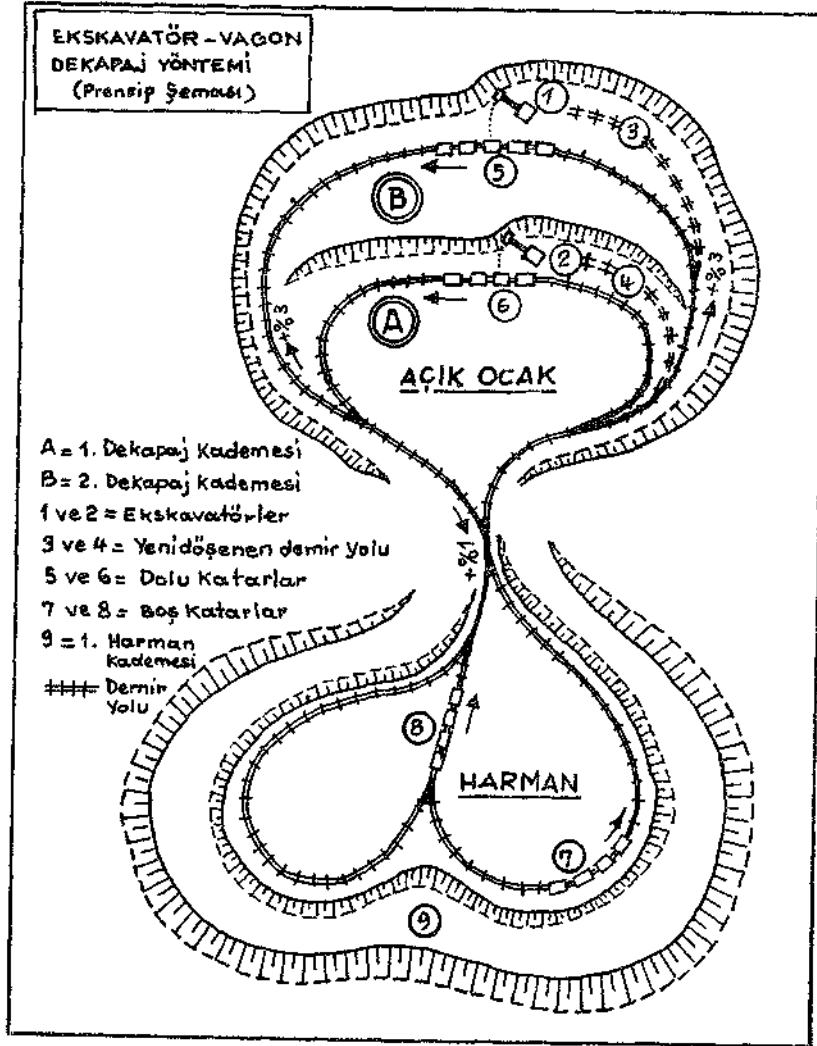


(Resim — 5)

Batı Almanya'da Biebrich (Wiesbaden)daki Dyckerhoff Zement A.G.
kalker ocağında uygulanan ekskavatör - vagon sistemi

2.6.2. Düşünülen Sistem

Vagonların 60 tonluk olması ve 10 Yd³ elektrikli ekskavatör Ue doldurulması, 5'er vagonluk katarlar halinde elektrikli lokomotif ile çekilmesi öngörülmektedir. Düşünülen sistem (Şekil-21)'de gösterilmiştir.



Şeidl - 21
Ekskavatör-vagon sisteminin şematik plân görünüşü

A ve B kademeleri ilerledikçe 5 ve 6 no. lu demiryolunun, ilerlemeye uygun olarak çekilmesi gerekmektedir. Çekilme işlemi, yolun sökülmesi ve tekrar yapılma şeklinde olacağından dekapaj faaliyetlerini aksatmamak için, 3 ve 4 no. lu yolların yapımına devam edilebilir.

Her ekskavatör için 2 adet katar kullanılması ve katarların hareketinin ring sistemi şeklinde olması iktiza etmektedir. Demiryolu meylinin % 3'den fazla olmaması lâzımdır.

Düşünülen bu sistemde en büyük sorun, katarların harmandaki döküm şeklidir. Vagonlar yandan açılır olacağı için demiryolunun harman kenarına çok yakın olması icabeder. Bu durum, bilhassa yağmurlu havalarda harmanda aşağıya kayma tehlikesi yaratacağından, döküm kademesinin fazla yüksek olmaması gerekir. Ancak bu takdirde dolma çabuk olacağından, demiryolunun sık sık ileri çekilmesi söz konusu olacaktır.

Döküm kademesini yüksek tutmak ve emniyet mülâhazası ile boşaltma işlemini geride yapmak mümkündür. Ancak bu durumda dökülen malzeme dragline, buldozer veya yükleyici ile bertaraf edilebilir. Bu durumda, ana teçhizat olan dragline, yardımcı teçhizat olarak kullanılmış olacak; buldozer veya yükleyicinin kış aylarında, yeni dökülen malzeme üzerinde çalışması müşkül olacaktır. Buna rağmen harmanda 400 HP'lik paletli buldozerlerden olumlu netice alınabilir.

Ekskavatör - vagon dekapaj sisteminin ekskavatör hariç, bütün malzeme ve teçhizat ile elektrik enerjisinin dahilinden temin edilmesi gibi büyük avantajı bulunmaktadır.

2.7. Dragline - Dekapaj Yöntemi

2.7.1. Genel BUgi

Dragline ile dekapaj yapılması metodu, 1970 yılından beri G.L.İ. Tunçbilek Bölgesi'nde başarı ile uygulanmaktadır. Kullanılmakta olan dragline 20 Yd³ (15 m³) kepçe hacimli olup, bum uzunluğu 62,5 m.'dir.

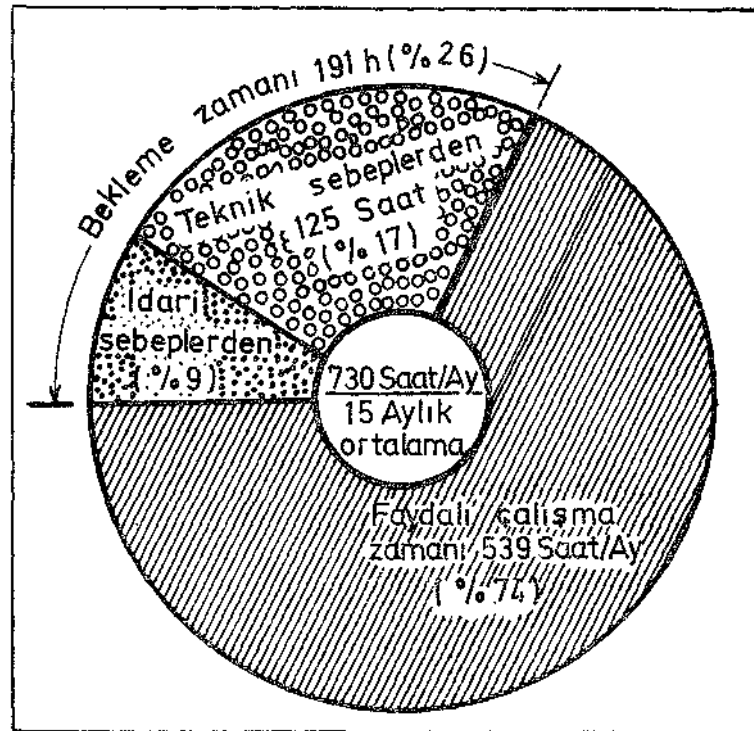
Henüz montaj safhasında olan ikinci dragline ise 40 Yd³ (30 m³) kepçe hacimli olup, bum uzunluğu 70 m.'dir.

Dragline uygulaması hakkında «Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 2. Kongresi'nde Fahri Ergun - Tahir Parlak tarafından verilen tebliğde geniş bilgi verildiğinden, bu bölümde yalnız yeni bilgiler izah edilecektir.

2.7.2. DragEne Çalışmasının Zamjan Etüdü.

Bu yöntem Bölüm 3.0 da izah edileceği üzere, ekskavator-kamyon sistemine nazaran daha ekonomiktir. Kömür damarının ince ve örtü toprağının fazla kaim olmadığı yerlerde, çok daha ekonomik olmaktadır.

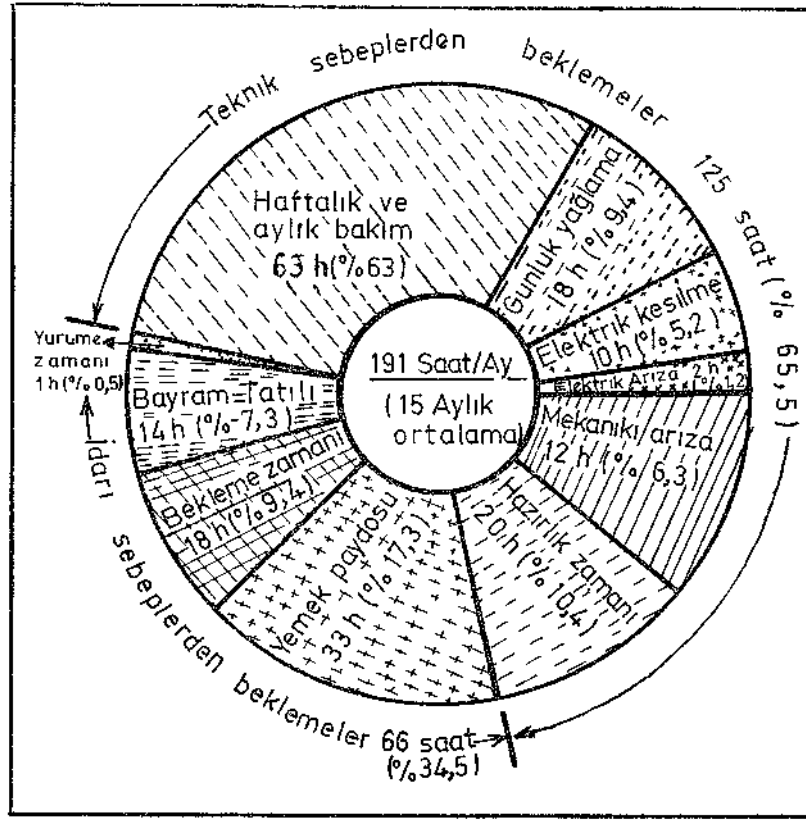
Senenin her mevsiminde ve sis hariç her türlü hava şartlarında çalışabilmektedir. Son 15 ayda yapılan zaman etüdüne göre, dragline 539 saat/ay veya 6468 saat/yıl fiilen çalışmıştır. (Şekil-22)



Şekil — 22
Tunçbilek Bölgesi'nde M Ytlük dragline çalışmasının zaman etüdü

Dragline'nin çalışması için gerekli zaman 365 gün x 24 = 8760 saat/yıl olduğuna göre, çalışma randımanı % 74 olmaktadır. Halbuki, 10 Yd³lük elektrikli ekskavatörün (Şekil -14)'de gösterildiği üzere çalışması gerekli zaman 3288 saat/yıl, fiili çalışma zamanı 2092 saat/yıl, buna göre çalışma randımanı % 64'dür.

Dragline'nin bekleme zamanı % 26 nisbetinde olup, (Şekil - 23)'de gösterilmiştir.



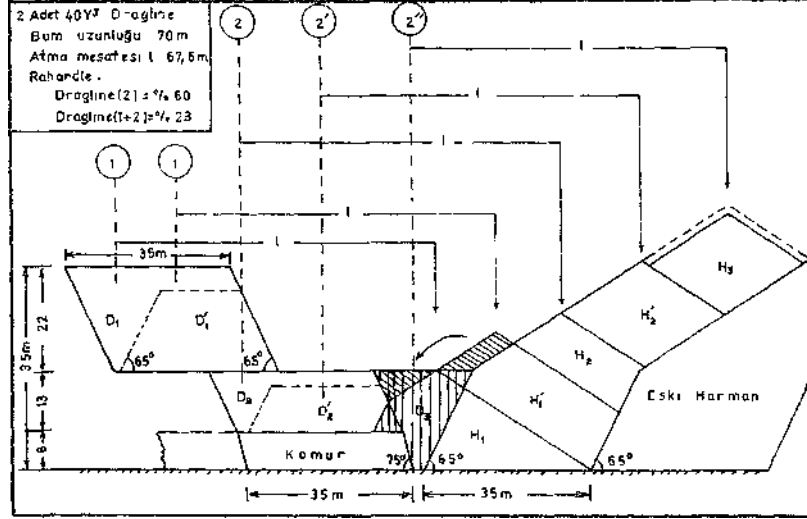
ŞeMi - 23

Dragline'nin bekleme zamanları

Bekleme zamanının % 65,5'ünü teknik sebepler, % 34,5'ini idarî sebepler teşkil etmektedir. Bu zamanların, aylık saat ve nisbetleri yukarıdaki grafikte gösterilmiştir.

2.7.3. Dragline Metodunun Değişik Uygulanması

Dragline dekapaj metodu; kömür damarının durumuna ve sahanın büyüklüğüne göre değişik şekillerde uygulanmaktadır. Aşağıda bunlardan iki örnek verilmiştir.



Şem. — 24
İM draglineli uygulama

Burada kömür üzerinden daha kalın örtü toprağı kaldırabilmek için 70 m. bum uzunluğunda 2 adet 40 Yd³lük dragline kullanılmaktadır.

1 No.lu dragline, üst dilimde çalışmaktadır. 1 No.lu çalışma durumunda (D₁) kılavuz dilimini açmakta ve toprağı (H₁'e) dökmektedir. Sonra 1' çalışma durumuna geçerek dilimin geri kalan kısmını (D₁') almaktadır.

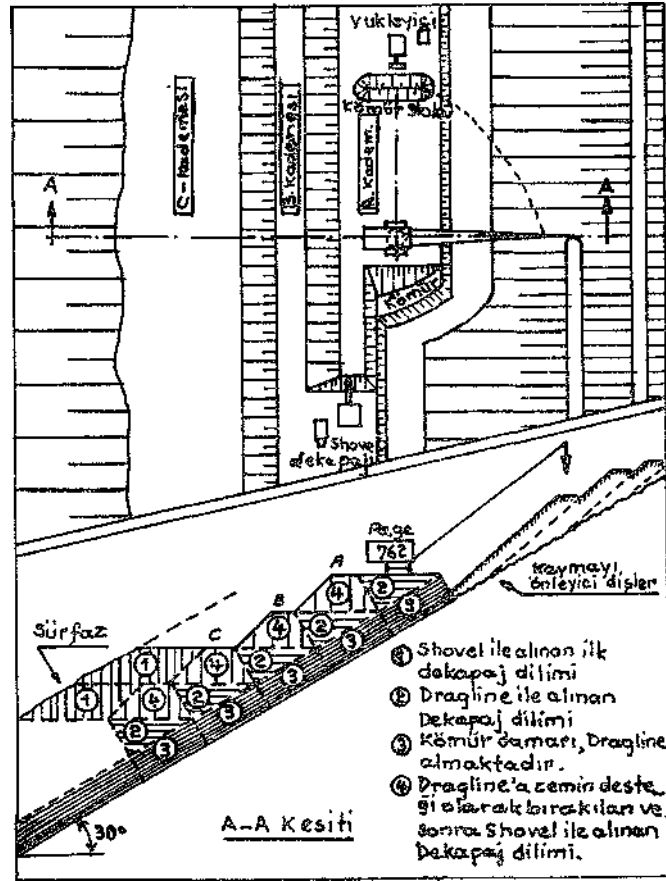
2 No.lu dragline ise geriden gitmekte ve alt dilim üzerinde çalışmaktadır. Önce, (D₂) kılavuz dilimini, daha sonra dilimi geri kalan (D₂') kısmını almaktadır. Dragline'nin her pozisyonunda alacak olduğu kısım ile attığı yer şekilde gösterilmiştir. Görüldüğü gibi 2 no.lu dragline en son 2" pozisyonunda ve yumuşak toprak üzerinde (D₃) kısmını alarak kömürün yan tarafını açmakta ve toprağı (H₃) harmanına dökmektedir. Burada (D₃) toprağı ikinci defa alındığından

mükerrer dekapaj yapılmış olmakta ve buna «Rehandle» denilmektedir.

Bu çalışma usûlünde rehandle miktarı alt dilimde % 60 nisbetinde, her iki dilim dekapajına göre % 23 olmaktadır.

Bu uygulama şekli, Tunçbilek Bölgesi için hesaplanmış olup, bunun bir benzeri İngiltere'de Sir Lindsay Parkinson Şirketi tarafından Leeds'deki Oxbow ocağında uygulanmaktadır.

Aşağıdaki şekilde damar meylinin fazla olduğu bir açık işletmede dragline uygulaması gösterilmiştir.



ŞeMÎ — 2S
Meyilli damar üzerinde dragline uygulaması

(Şekil - 25) 'de, plân ve kesit olarak gösterildiği gibi, sürfazden (1) dilimleri ekskavatör ile alınmaktadır. Dragline çalışmaya dilimin üst tarafından başlamakta ve kömür üzerindeki (2) no.lu dekapaj dilimini alarak, toprağı meyil yukarı ve daha önce kömürü alman kısma dökmektedir. Dökülen bu toprağın kömür aynasına doğru kaymasını önlemek için, daha önce zemin üzerinde kaymayı önleyici dişler açılmaktadır. Buna rağmen, kısmî kayma olmakta ve rehandle gerekmektedir. Dragline (2) no.lu dilimi aldıktan sonra, önce 90° dönerek kömürü almakta ve 180° dönerek, çalışılmakta olan dilim üzerine dökmektedir. Üretilen bu kömür yükleyici - kamyon sistemiyle yüklenip nakledilmektedir.

Örtü tabakasında bulunan (4) no.lu dilim dragline'a destek olarak, önce yerinde bırakılmakta ve sonra shovel ekskavatör ile alınmaktadır.

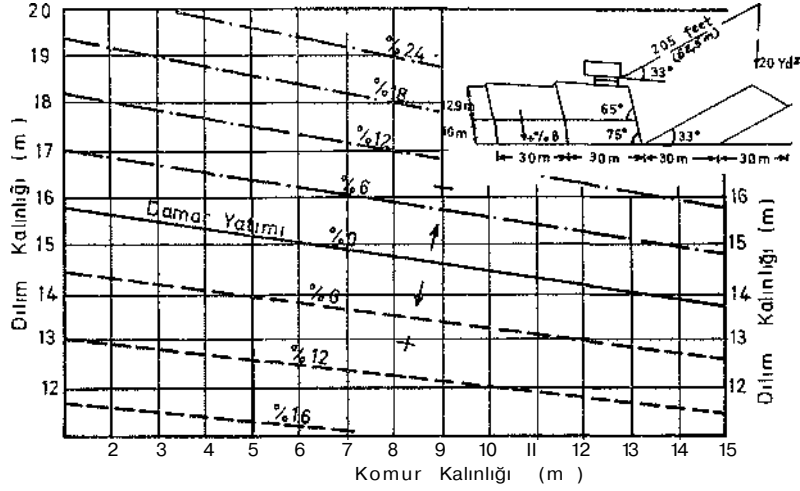
Bu dekapaj yöntemi Kanada'da, Kaiser ReSOURCER Şirketi'nin HARMER ocağında uygulanmaktadır.

2.7.4. Damar - Kalınlık ve Yatımının Dragline Dilimjine Etkisi

Dragline'nın kaldıracak olduğu örtü toprağının kalınlığına bir çok faktörler tesir etmekte olup, kömür damarının kalınlığı ve yatımı bunların en önemlilerini teşkil etmektedir. (Şekil - 26).

Yukarıdaki şekilde; dragline'nın alabileceği kalınlığın, damar kalınlığına ve damar yatımına göre nasıl değiştiği gösterilmiştir.

Ömek : 62,5 m. (205 feet) bu uzunluğundaki bir dragline, 5 m. kalınlığında, % 15 yatımlı damar üzerinde çalışırken toprağı, meyil yukarı dökerse 12,6 m. kalınlığında örtü toprağı; meyil aşağı dökerse 17,5 m. örtü toprağını kaldırabilmektedir. Aynı yatımdaki kömür damarı kalınlığı 15 m. olursa, dragline'm kaldırabileceği kalınlık meyil yukarı dökümde 11,5 m., meyil aşağı dökümde ise 15,8 m. olmaktadır.



ŞeM! — 26

Damar karakterinin dragline dilimine etkisi grafiği

2.8. Shovel Dekapaj Uygunlaması

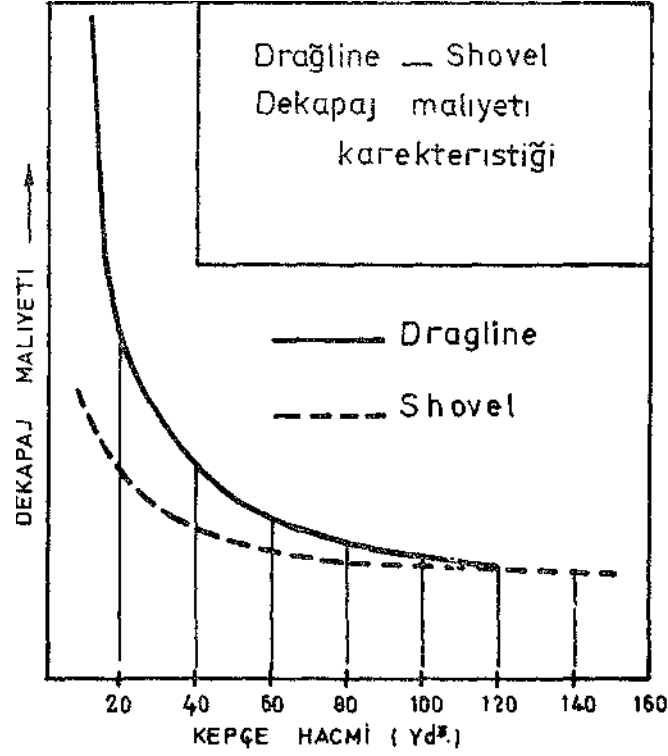
2.8.1. Genel Bilgi

Bu uygulama, dragline dekapaj sistemine çok benzemektedir ve alınan örtü tabakası, daha önce kömürü alman yan taraftaki dilime aktarılmaktadır. Ancak dragline'na nazaran kepçe kapasitesi büyüklüğüne bağlı olarak, önemli ölçüde maliyet farkı görülmektedir. (Şekil - 27).

Shovel kepçe kapasitesi küçüldükçe dekapaj maliyet farkı shovel lehine artmaktadır. 120 Yd³ kepçe hacminde her iki uygulamanın maliyeti eşit olmaktadır.

Bu uygulamanın izah edilen avantajlı durumuna karşılık dragline'a nazaran aşağıdaki dezavantajları bulunmaktadır.

- Kömür üzerinde çalışılacağından, kömür damarının arızalı ve meyilli olması hallerinde güçlükle karşılaşılmakta ve çalışma randımanı düşmektedir,
- Çalışılan kademenin ekskavatör üzerine kayma tehlikesi vardır,

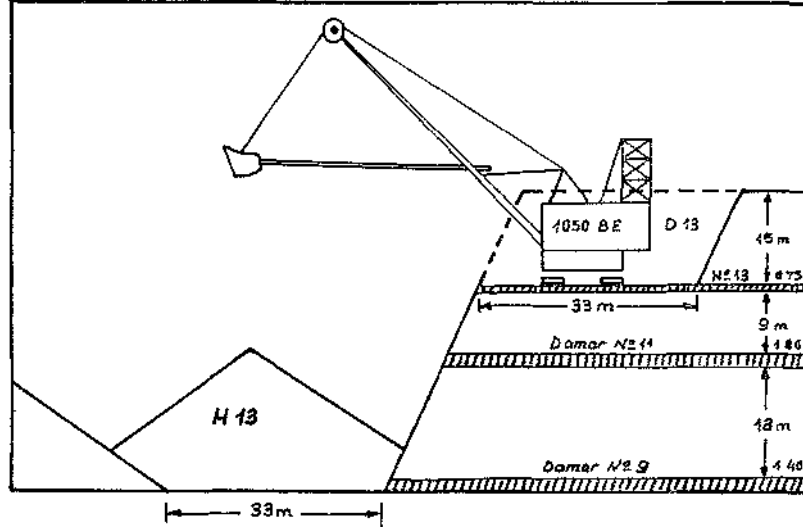


ŞeHİ — 27
 Dragline ve Shovel dekapajın maliyet mukayese karakteristiği

- c) Drenaj zorluğu vardır,
- d) Eşit kepçe kapasiteli dragline'a göre, toprak atma mesafesi daha kısa olduğundan, kaldırılacak örtü tabakası kalınlığı daha azdır.

2.8.2. Uygulama.

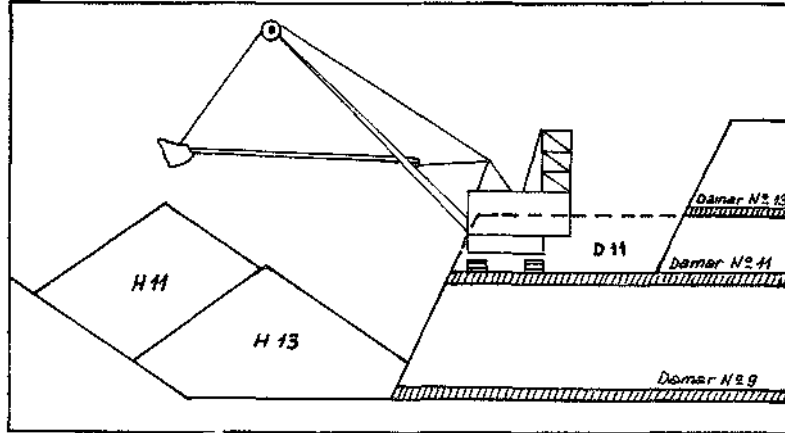
Çalışma usûlüne bir örnek verebilmek için Amerika Birleşik Devletleri'nde Peabody River Queen Mine Şirketi tarafından Kentucky'de Greenvill'de uygulanan metod alınmış ve aşağıda izah edilmiştir.



Şett - 28

Üst damar dekapajm çalışılması

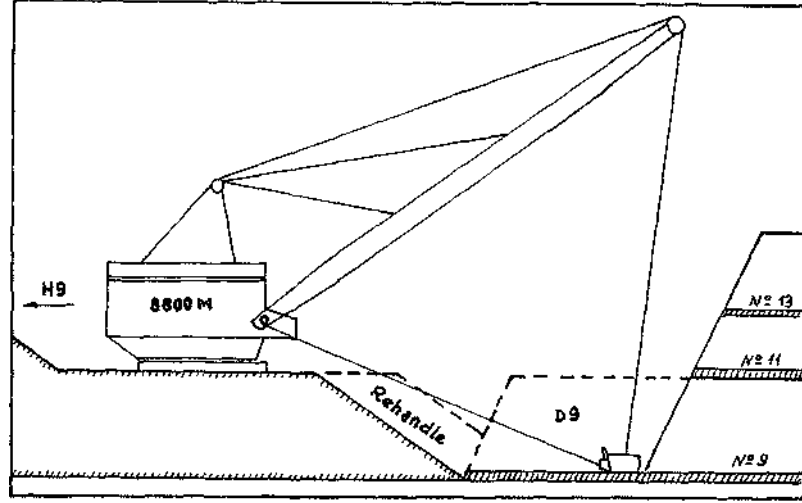
Üst damarın üzerindeki 15 m. kalınlığında bulunan örtü tabakası shovel ile alınarak (H13) harmanına dökülmektedir (Şekil - 13). Bu dekapaj yapıldıktan sonra üst damar alınmakta ve yine aynı shovel ile orta damarın dekapajı yapılmak üzere shovel orta damar üzerine inmektedir.



ŞeMl - 29

Orta damar dekapajm çalışılması

Şekil - 29'da gösterildiği şekilde orta damarın dekapajı yapıldıktan sonra, orta damarın çalışılmasına başlanmaktadır.



Şekil — 3®
Alt damar dekapajının çalışılması

Üst ve orta damar dekapajı shovel ile alındıktan sonra alt damar dekapajı dragline ile yapılmaktadır. Bunun için dragline toprak harmanı üzerinde ilerleyerek kendi çalışma sahasını düzeltmekte ve buradan alt damar dekapajını yapmaktadır. Dragline önce 180° dönmekte ise de daha sonra üzerinde hareket ettiği dilime dökme yaptığından 90° dönüş yapmaktadır. Buradaki rehandle miktarı % 36'dır.

S. Uygulama Yöntemlerinin Dekapaj ve İlk Yatırım Maliyetleri Mülçayesesi

3.1. Genel Bfıgl •

Sert örtü tabakalı açık işletmelerde uygulanabilen dekapaj yöntemlerinin maliyet mukayesesi yapılmıştır. Döner kepçeli ekskavatör - band sisteminin uygulanamayacağı gerek Seyitömer'de yapılan kesme mukavemeti tecrübelerinden,

gerek imalâtçı firmalarla yapılan temaslardan anlaşılması bulunduğundan bu bölümde bahsedilmeyecektir.

Kırıcı - band sisteminin, maliyet hesabında ,grizlisiz 1000 t/h kapasiteli çift tamburlu çekiçli ve hareketli kırıcı alınmıştır. Bu kırıcının ilk yatırım maliyeti 6,5 milyon DM olup, kalker ve sert marn kırma çalışmaları yerinde etüd edilmiştir.

Bu kırıcıdan daha pratik, daha ucuz ve de küçük tonaj ve eb'adlı olan aynı kapasitede «panzerli kırıcı» mevcut olmakla beraber, sadece kömür kırma çalışması incelenebildiğinden ve sert malzemenin kırılmasında ne netice alınacağı bilinemediğinden mukayese dışı bırakılmıştır.

Ekskavatör - vagon sisteminde vagonların harman kenarından uzakta tumba edeceği ve malzemenin 400 HP gücündeki buldozerlerle itileceği kabul edilmiştir.

Dekapaj ve ilk yatırım maliyetlerinin hesabında, dışardan ithal edilecek teçhizatın gümrük muafiyetli olacağına ve G.L.İ. Müessesesi'ndeki bilgilere göre yapılmıştır.

Ekskavatör - kamyon ve yükleyici - kamyon sistemlerinde yılda 4.800.000 m³, dekapaj yapılacağı, günde 2 vardiya üzerinden yılda 3000 saat çalışılacağı;

Kırıcı - band ve ekskavatör - vagon sistemlerinde aynı miktar dekapaj yapılacağı, günde 2 vardiye üzerinde yılda 4500 saat çalışılacağı;

Dragline ve shovel sistemlerinde ise günde 3 vardiye üzerinden yılda 6000 saat çalışılacağı, dragline'nin % 30 nisbetinde « Rehandle » yapacağı kabul edilerek hesap yapılmıştır.

Muhtelif dekapaj yöntemlerine göre, öngörülen ve hesaplanan ana teçhizatlar, Bölüm 3.2. deki tabloda gösterilmiştir.

3.2. Kabul Edilen Ana Teçhizat :

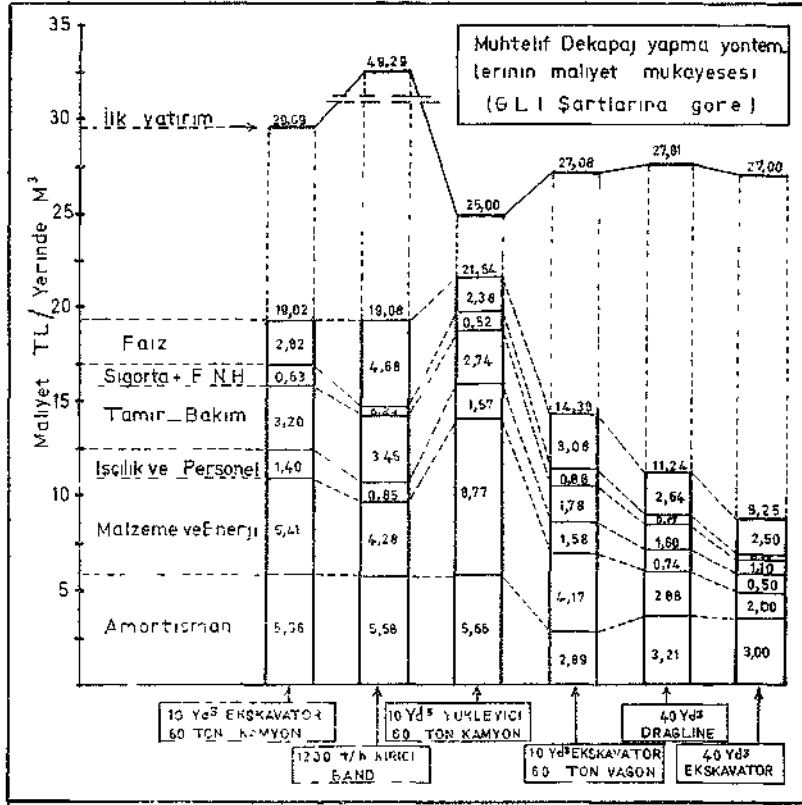
Ana Teçhizat	Eks. - Kamyon Yöntemi	Kırıcı - Band Yöntemi	Yükleyici Kamyon Yöntemi	Eks. - Kamyon Yöntemi	Dragline Yöntemi	Shovel Yöntemi
Dragline (40 Yd3)	—	—	—	—	1	—
Shovel (40 Yd3)	—	—	—	—	—	1
Ekskavatör (10 Yd3)	3 Ad.	2 Ad.	—	2 Ad.	—	—
Yükleyici (10 Yd3)	—	—	6 Ad.	—	—	—
Mobil kırıcı (1000 t/h) (Çift tamburlu, çekiçli)	—	2 Ad.	—	—	—	—
Kamyon (65 short ton)	18 Ad.	—	18 Ad.	—	—	—
Elektrikli lokomotif	—	—	—	4 Ad.	—	—
Vagon (60 ton)	—	—	—	20 Ad.	—	—
Delik makinesi (9")	2 Ad.	2 Ad.	4 Ad.	2 Ad.	2 Ad.	2 Ad.
Buldozer (400 HP)	—	1 (Band tesisi çekilecek)	—	3 Ad.	1 Ad.	1 Ad.
Buldozer (270 HP)	3 Ad.	1 Ad.	2 Ad.	1 Ad.	—	—
Demiryolu (39'luk)	—	—	—	5500 m.	—	—
Bandlı konveyör (1500 t/h) (3000 t/h)	—	3000 m.	—	—	—	—
Tripper Car (Gezer aktarıcı) 3000 t/h	—	1 Ad.	—	—	—	—
Spreader (Yayıcı ve dökücü) (3000 t/h)	—	1 Ad.	—	—	—	—
Band arabası (1500 t/h)	—	2 Ad.	—	—	—	—

3.3. Maliyet Mukayese Değerleri

Yukarıda açıklanan esaslar kabul edilerek yapılan dekapaj ve ilk yatırım maliyet hesaplarından elde edilen bilgiler (Şekil - 31)'de grafik olarak gösterilmiştir.

Grafiğin üst kısmında ilk yatırım maliyeti (beher yerinde m^3 başına düşen TL. olarak); altta sütunlar halinde dekapaj maliyetleri gösterilmiştir. Dekapaj maliyetini oluşturan amortisman, işçilik v.s. gibi masraf unsurları sütunlar içinde ayrıca belirlenmiştir.

Hesaplanan değerler ve ekskavatör - kamyon uygulamasına göre, diğer maliyetlerin nisbetleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir :



ŞeMI - 31
Maliyet mukayese değerleri grafiği

Uygulama Yöntemleri	İlk yatırımı maiyeti		Dekapaj maliyeti	
	<TL/ırf)	(°/o)	(TL/m?)	
Ekskavatör - Kamyon.....	29,69	± 0	19,02	± »
Ekskavatör - Kırıcı - Band.....	49,29	+ 66	19,08	± 0
Yükleyici - Kamyon.....	25,00	— 16	21,64	+ 14
Ekskavatör - Vagon.....	27,08	— 9	14,38	— 24
Dragline	27,81	— 6	11,24	— 41
Shovel (Ekskavatör)	27,00	— 9	9,25	— 51

Bu değerlendirmeye göre, yükleyici - kamyon uygulamasının ilk yatırım maliyeti, ekskavatör - kamyon uygulamasına nazaran en düşük (% 16 daha az), fakat dekapaj maliyeti en yüksek (% 14 daha pahalı) olmaktadır.

Büyük shovel uygulaması, gerek ilk yatırım, gerekse dekapaj maliyeti yönünden uygundur. (%9 ve % 51 daha ucuz) Ancak Bölüm 2.8'de izah edilen bazı uygulama zorlukları mevcuttur.

Dragline uygulaması ise, % 30 Rehandle olduğu halde, ikinci derecede ucuz olmakta (% 9 ve % 41 daha ucuz) ve her türlü arazi ve hava şartlarında uygulanabildiği için en uygun metod görünmektedir.

İlk yatırım maliyeti en yüksek olan kırıcı - band sistemidir (% 66 daha pahalı). Dekapaj maliyeti yönünden, ekskavatör - kamyon uygulaması ile eş değerdir.

Ekskavatör - vagon metodu ise % 9 ve % 24 daha ucuzdur ve dragline uygulamasından sonra en avantajlı metod olmaktadır.

4. Netice :

Sert rt tabakalı açık işletmelerde uygulanabilen 6 değişik dekapaj yöntemi, madencilik tekniği ve rantabilite bakımından, bazı dış ülkelerde ve G.L.İ. Müessesesi'nde edinilen bilgilerin ışığı altında değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirmeye ve aynı 'zamanda döviz kaybının az olması, dışa mümkün olduğu kadar az bağlı kalınması ve kolay uygulanabilmesi gibi hususların gözönünde tutulması esaslarına göre;

- a) Dragline metodunun uygulanmasının ve geliştirilmesinin,
 - b) Ekskavatör - vagon metodunun tecrübe edilmesinin ve neticeye göre geniş çapta uygulama olanaklarının araőtirilmesinin,
 - c) Panzerli kırıcının önce kömürde, sonra dekapajda denenmesinin, netice olumlu olduğu takdirde, aynı Şekilde uygulama olanaklarının araőtirilmesinin,
- faydalı ve uygun olacağı kanaatine varılmıőtir.

LİTERATÜR :

- 1 — G.L.İ. Müessesesi Projeleri ve Etüdüleri
(Yayınlanmamıştır.)
- 2 — Bazı dış ülkelerde ve yerinde yapılan incelemeler
(Yayınlanmamıştır.)
- 3 — SME MİNING ENGINEERING HANDBOOK :
Arthur B. Cummins, Ivan A. Given
Society of Mining Engineers of
The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum
Engineers, Inc.
New York, New York, 1973
- 4 — Der Schaufelradbagger als Gewinnungsgerät
von
Dr. - Ing. Dr. - Ing. E. h. Ludwig Rasper
1. Auflage
1973

Printed in Germany
Druckerei und Verlag Erwin Jungfer, 342 Herzberg.
- 5 — SURFACE MİNING
Eugene P. Peleider
The American Institute of Mining, Metallurgical, and petroleum
Engineers, Inc.
Newyork - 1968
Reprinted 1972.
- 6 — İmalâtçı firma prospektüleri.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14~18/2/1977.dı salonu/ankara**

BİLGİSAYARLAR
VE
MADENCİLİK

**TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**

BİLGİSAYARLAR VE MADENCİLİK

Hüseyin AÇIKGÖZ *

Özet:

Bu tebliğde, bilgisayar programlama dillerinden FORT-RAN-IV programlama dili iktıllamlarak yapılan rezerv hesapları, tenor dağılımları ve açık işletme uygulanacak maden yataklarında işletme sınırının çizilmesine ışık tutacak bazı hesaplamalara yer verilmiştir.

Rezerv hesaplan bölümünde uygulanan programlardan bir tanesinin listesi ve her programın çıktıları tablo halinde verilmiş, tenor dağılımı bölümünde prensipler anlatılmış, örnek bir bilgisayar çıktısı verilmiş, açık işletme sınırlarının çizilmesi ile ilgili bölümde de prensipler anlatılarak, örnek bir uygulamaya yer verilmiştir.

Summary :

The purpose of this paper is to give an idea (using one of the computer programming language, FORTRAN-IV) about reserve calculation, grade distribution and plotting pit boundaries of ore bodies where open pit mining is applied.

Starting from data which are used in reserve calculation section, one of the list of programs which are applied and their outputs are given in tables. In the grade distribution section, principles of method are explained

{*) M.T.A. Enstitüsü Plân ve Koordinasyon Dairesi. Sistem Çözümleyicisi ve Bilgisayar programcısı.

and a sample output is given. Finally in the ore bodies where open pit mining method is applied, the principles are explained and an application procedure is discussed.

1. Giriş :

Bugün ülkemizde sayıları 111'e ulaşan bilgisayarlar, bir çok çözümlene yollarında daha kısa zamanda, doğruya daha yakın neticeler verdiği için bir çok devlet ve özel sektör kuruluşlarında kullanılmaktadır. Bunun yanında satış fiyatları ve kira ücretleri çok fazla olduğu için bilgisayarlardan maksimum yararlanma yollarını aramak ve uygulamak gerekmektedir. Dış ülkelerde bilgisayarlar hemen her alanda olduğu gibi madencilik alanında da geniş ölçüde kullanıldığı halde, ülkemizde bu alanda yeterli bir uygulama düzeyine henüz erişilememiştir.

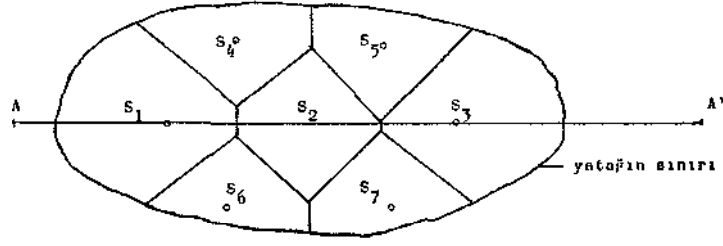
Yeraltı zenginliklerimizin gerektiği gibi değerlendirilmesinin ülkemizin kalkınmasında önde gelen faktörlerden biri olduğu herkes tarafından bilinmektedir. Bu konuda maden yataklarının aranmasından, çeşitli değerlendirme hesaplarına kadar her türlü çalışma M.T.A. Enstitüsü'nce yapılmaktadır. Bu tebliğde Enstitümüzde yapılan rezerv hesaplarında ve açık işletme sınırlarının çizilmesi konusunda yapılan çalışmalarda bilgisayarlardan nasıl faydalanıldığı açıklanmaya çalışılacaktır.

2. Rezerv Hesaplamaları :

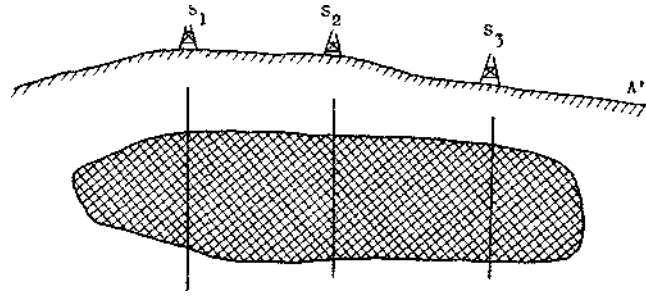
2.1. Uygulanan Metotü ve İşlem,' Sırası :

Uyguladığımız programlar «Poligon Metodu» ile rezerv hesaplama tekniği üzerine geliştirilmiştir. Şimdi bu metodun bir maden yatağında uygulanarak rezervinin nasıl hesaplandığını inceleyelim. Bu metodla maden yatağında sondaj arama çalışmaları devam ederken rezerv hesaplama işlemi gerçekleştirilebilir. Çünkü baz olarak rezerv hesabı için her sondaj ayrı ayrı ele alınır. Sondajlı aramaların bitiminde ise her sondaj için ayrı ayrı hesaplanan rezerv miktarları toplanarak bütün yatağın rezervi hesaplanabilmektedir.

Şekil - 1'de görüldüğü gibi sondajları birleştiren doğruların orta dikmeleri çizilerek her sondaj için poligonlar meydana getirilir.



(a)



(b)

Şekil — 1 : a) Bir maden yatağı rezerv hesabında oluşturulmuş poligon şebekesi
b) Yatağın A-A' kesidi

Her sondaj etrafında meydana getirilen bu poligonların alanları, sondajın tesir alanı olarak kabul edilmektedir. Bu alanlar, sondajın cevher kesen kalınlığı ve de yoğunluk ile çarpılarak her sondajın rezervi bulunur. Aynı yoldan bulunan bütün sondajların rezervleri toplamak sureti ile de maden yatağının toplam rezervi hesaplanır. Bir maden yatağında bazı hallerde birden fazla cevher minerali bulunabilir ve de bu cevher mineralinin ekonomik değerleri birbirinden çok

farklı olabilir. Hazırlanan programlar her iki durumda da uygulanabilmektedir. Rezerv hesaplamalarında kullandığımız veriler Tablo-1'de görülmektedir.

Tablo 1 — Bir Sondajdan Elde Edilen Yeriler

Derinlik	Manevra		\hat{I} Mineral	Terörler	
	boya	Karot boya		U Mineral	İÜ Mineral
109,50	$L_1=2,00$	$\hat{I}=1,50$	$T_n=1,18$	$T_{21}=0,00$	$T_{31}=0,00$
111,50	$\hat{I}=1,75$	$K_1=1,75$	$T_{12}=0,75$	$T_{22}=0,22$	$T_a=1,85$
113,25	$\hat{I}^5=1,50$	$K_3=0,50$	$T_{13}=0,00$	$T_{23}=0,00$	$T_{33}=1,56$
114,75	$L_4=2,75$	$K_4=2,25$	$T_{14}=0,24$	$T_{24}=0,17$	$T_{34}=0,00$
117,50					

Tablo - 1'de kullanılan değişkenleri açıklayalım :

- L_1, L_2, L_3, L_4 : Manevra boyları
- K_1, K_2, K_3, K_4 : Manevra boylarında cevherli zon karot boyları
- T_1, T_2, T_3, T_4 : Manevra boylarında I. cevher minerali için tenor
- $T_{21}, T_{22}, T_{23}, T_{24}$: Manevra boylarında II. cevher minerali için tenor
- $T_{31}, T_{32}, T_{33}, T_{34}$: Manevra boylarında III. cevher minerali için tenor

Eğer yoğunluk «d», poligon alanı «S» ise, Tablo - 1'deki değişkenleri kullanarak formüllerle I. cevher minerali için rezerv hesabı aşağıda görüldüğü gibi yapılır :

Cevher kalınlığı = $L_1 + L_2 + L_4 = L$ (L_3 aralığında cevher yok)

$$\text{Ortalama tenor} = \frac{T_{11} \times L_1 + T_{12} \times L_2 + T_{14} \times L_4}{L} = T$$

$$\text{Karot Randımanı} = \frac{K_1 + K_2 + K_4}{L} = K$$

$$\text{Rezerv} = L \times s \times d = R$$

$$\text{Metal içeriği} = R \times T$$

Bir tek cevher minerali ve bir tek sondaj için yapılan bu işlemler, her cevher minerali ve her sondaj için ayrı ayrı yapıp maden yatağının her değişik minerali için toplam rezervi, ortalama tenörü, karot randımanı ve metal içeriği hesaplanabilir.

2.2. Uygulanan **Programlar** ve Neticeler :

Bu bölümde birbirini izleyen ve değişik isteklere cevap veren 5 programın özellikleri anlatılmış ve neticeleri verilmiştir. Bu programlar Rize - Çayeli - Madenköy, İzmir - Bayındır - Sarıyurt, Trabzon - Sürmene - Kutlular Cu, Pb, Zn maden yataklarında uygulanmıştır.

İlk 4 programın kullandığı veriler Form-1'de görüldüğü sırada verilmektedir.

Form - 1'de görüldüğü gibi sondaj yerinin koordinatları (X,Y, Z), numune başlangıcı ve numune sonu (metre olarak), I. cevher mineralinin tenörü (yüzde olarak), yoğunluk, karot boyu, son kart işareti, II. ve III. cevher mineralinin tenor değerleri forma yazılır ve aynı formda görülen bu bilgiler kartlara (her satır bir kartta olmak üzere) delinir. 57. kolondaki son kart üç ayrı şekilde kotlanmaktadır. Eğer işleme giren veri kartı, her hangi bir sondajın ara kartı ise 0, son kartı ise 1, işleme giren son sondajın son kartı ise 2 olarak kotlanır.

**Tablo Z — Balıkesir - Dursunbey, Bakır - Kurşun » Çinko,
Yatağında Yapılan SoBjaajıara. Ait Bilgilerin Dökümü**

Sondaj No. 1		X Kor. (M.) 6763723		Y Kor. (M.) 37362.79		Z Kot (M.) 919.07	
Numune Başlangıcı	Arahğı Sonu	Tenor i	Yoğunl Ton/M»	Karot Boy	Son Kart	Tenor 2	Tenor 3
00.00	36.10	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
36.10	36.60	0.09	0.00	0.00	0	3.45	4.96
36.60	37.20	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
37.20	37.45	0.09	0.00	0.00	0	3.37	4.00
37.45	37.65	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
37.65	38.00	0.10	0.00	0.00	0	2.57	3.60
38.00	38.50	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
38.50	39.35	0.09	0.00	0.00	0	4.36	4.41
39.35	39.50	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
39.50	39.80	0.09	0.00	0.00	0	0.36	5.58
39.80	43.45	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
43.45	43.50	0.10	0.00	0.00	0	0.56	1.50
43.50	43.70	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
43.70	44.30	0.08	0.00	0.00	0	3.10	4.12
44.30	44.70	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
44.70	45.05	0.08	0.00	0.00	0	2.66	5.14
45.05	48.95	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
48.95	49.40	0.05	0.00	0.00	0	0.28	0.70
49.40	52.90	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
52.90	53.35	0.05	0.00	0.00	0	3.86	5.59
53.35	54.95	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
54.95	55.45	0.05	0.00	0.00	0	0.6	4.43
55.45	55.65	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
55.65	55.85	0.04	0.00	0.00	0	1.37	5.63
55.85	55.95	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
55.95	56.05	0.00	0.00	0.00	0	2.00	7.45
56.05	56.20	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
56.20	56.95	0.00	0.00	0.00	0	1.94	4.00
56.95	58.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
58.00	59.15	0.00	0.00	0.00	0	2.35	2.81
59.15	60.75	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
60.75	60.90	0.00	0.00	0.00	0	2.14	3.63
60.90	61.20	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
61.20	61.25	0.15	0.00	0.00	0	0.38	0.30
61.25	62.65	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
62.65	62.90	0.16	0.00	0.00	0	1.83	1.16
62.90	63.20	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
63.20	63.60	0.15	0.00	0.00	0	2.50	2.61
64.50	65.15	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00
65.15	65.45	0.14	0.00	0.00	0	2.60	3.32
		0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00

2.2.1. Veri Kontrol Programı :

Sondaj analizlerinden gelen verileri hesaplamalarda kullanmadan önce doğru yazılıp yazılmadığını kontrol etmek gereklidir. Kontrolün amaç kartlara delinen veriler üzerinde göz kontrolü yapmaktır. Program, kartlardan alınan verileri Tablo - 2'de görüldüğü gibi uygun bir görünümde kâğıt üzerine sıralar. Yeni bir sondaja geçildiği zaman okunan veriler yeni bir sayfadan başlamak üzere yazılır.

2.2.2. Kısmi Rezerv Hesabı Programı :

Maden yatağında birden fazla cevher minerali olup da, her bir cevher minerali için ayrı ayrı rezerv hesabı yapılmak istenirse bu program kullanılır. Programda ayrıca numune aralarında her cevher mineralinin tenörü belirli parametrelerle (limit tenörler) kontrol edilir. Tenörleri her cevher minerali için verilen limit tenörden küçük olan numune aralıkları işleme dahil edilmez. Program veri olarak Form - 1'deki bilgileri kullanmaktadır.

Programın verileri işlenmesi sonunda hesaplanan değerler Tablo-3 ve Tablo-4'de görülmektedir. Bir sondaj için hesaplanan değerler Tablo - 3'de, işleme giren bütün sondajlar için hesaplanan ortalama değerler ise, Tablo - 4'de görülmektedir. Bu değerler :

— Her sondajda her cevher minerali için ayrı ayrı cevherli zon uzunluğu, ortalama tenör, cevherli zonların ve tüm sondajın karot randımanları,

— Bütün sondajlarda her cevher minerali için toplam cevherli zon uzunluğu, ortalama tenör, cevherli zonların ve tüm sondajların karot randımanlarıdır.

Tablo 3 — Bilgisayar Çıktısı Mİnİmpmİ Ekonomik Tenörfer
' CU = 0.50 , PB = 1.50, ZN = 1.00

Sondaj No.	X Kor. (M.)	Y Kor. (M.)	Z Kot (M.)	Tenörter		(Ten¬um Boya)			Yogunl	Karot
4?	39625.69	87219.79	4.81	PB%	ZN{%	T1XBoy	T2XBoy	T3XBöy	Tom/M ³	Boyu
Numune Aralığı	Num. Uz.	Tenörter		(Ten¬um Boya)			Yogunl	Karot		
Başlangıcı Sona	(M.) Cu(°/o)	PB%	ZN{%	T1XBoy	T2XBoy	T3XBöy	Tom/M ³	Boyu		
0.00	91.20	91.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.40
91.20	96.60	5.40	0.17	0.30	1.20	0.00	0.00	6.48	0.00	4.95
96.60	99.45	2.85	0.44	0.40	2.43	0.00	0.00	6.93	0.00	2.85
99.45	100.10	0.65	0.53	5.50	6.41	0.34	3.57	4.17	0.00	0.35
100.10	104.35	4.25	0.37	1.88	3.66	0.00	7.99	15.55	0.00	4.25
104.35	106.85	2.50	0.13	0.30	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
106.85	107.10	2.25	1.15	8.83	12.76	0.29	2.21	3.19	0.00	0.25
107.10	109.20	2.10	0.09	0.20	0.98	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10
109.20	109.35	0.15	3.60	7.50	6.51	0.54	1.12	0.98	0.00	0.15
109.35	115.45	6.10	0.18	0.30	1.13	0.00	0.00	6.89	0.00	6.10
115.45	116.20	0.75	0.65	3.92	7.78	0.49	2.94	5.83	0.00	0.73
116.20	120.10	3.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45

Sondajlara Ait Sonuçlar

		Ort.				
Top.	UzunL	T. Tenxiiz.	Tenor	Ce. Zo. Kr.	Bo. So. Kr	
CU =	1.80	1.66	0.92	83.33	67.53	
PB =	6.05	17.83	2.94	95.04	67.53	
ZN =	20.39	50.02	2.45	96.32	87.53	

Tablo 4 — Maden Yatağındaki 47. ve 68. No. ta Sondajlar İçin.

Cevheri kısım immfag«	Cevherli kısmın «uzunluğu ve tenörler çarpımı toplana	Ortalama tenörler	Cevheri kısımların karot randımanı	Bütün yatağın karot randımanı
CU = 33.59	45.66	1.35	97.17	70.25
PB = 38.39	192.31	5.00	94.92	70.25
ZN = 67.54	330.78	4.89	93.56	70.25

2.2.3. Toplamı Rezerv Hesabı Programa :

Bir maden yatağında birden fazla cevher minerali bulunduğu zaman, bütün cevher minerallerini birarada düşünererek rezerv hesabını yapmak için bu programı kullanırız. Program yine Form - l'deki verileri kullanır. Programdan elde edilen çıktılar Tablo - 5 ve Tablo - 6'da görülmektedir.

Verilerin bu programda değerlendirilmesinden sonra elde edilen bilgiler şunlardır :

— Her sondaj için cevherli zon uzunluğu, ortalama tenor, cevherli zonların ve tüm sondajın karot randımanı.

— İşleme giren bütün sondajlar için toplam cevherli zon uzunluğu, ortalama tenor, cevherli zonların ve tüm sondajların karot randımanları.

Tablo 5 — Rise - Çayeli - Madenköy, Bakır - Kurşun - Çinko Yatağına Ait Analizler
Minimim Ekonomik Tenörler CU = 0.30 , PB = 50 JO , ZN = 50.00

Y Kor. (M.) 43006.5@		Z Kot (M.) 248.82		X Kor. (M.) 4448122		Sondaj No. 45				
Numune Aralığı Başlangıcı	Sonu	Nam. Uz, (M.) Cu(°/o)	Tenörler PB(°/o)	ZN(°/o)	(TenömiHmı. T1 x Boy	Boy	Boy	Boy	Yonganl. Ton/M?	Karot Boy
12.35	12.70	0.35	0.78	14.60	29.20	0.27	5.11	10.22	0.00	0.00
55.80	56.80	1.00	0.46	0.08	0.39	0.46	0.08	0.39	0.00	0.00
59.05	61.00	1.95	0.38	0.01	2.70	0.74	0.02	5.26	0.00	0.00
92.50	92.95	0.45	0.48	0.00	12.55	0.22	0.00	5.65	0.00	0.00
101.75	103.85	2.10	0.47	1.14	22.25	0.99	2.39	46.72	0.00	0.00
103.85	106.00	2.15	0.50	0.11	25.95	1.07	0.24	55.79	0.00	0.00
106.00	108.75	2.75	0.40	0.24	16.60	1.10	0.66	45.65	0.00	0.00

Sondaja Ait Sonuçlar

Top. Uzunl.	T. Tenxuz	Ort. Tenor	Ce,Zo.Kr.	Bu. So. Kr.
CU =: 10.75	4.85	0.45	0.00	0.00
PB =: 10.75	8.50	0.79	0.00	0.00
ZN = 10.75	169.60	15.78	0.00	0.00

Tablo 6 — Maden Yatağındaki 5 **104** 108 2000 No. lu Sondajların

Top. Uzanl.	T. Teaxttz	Ort. Tenor	Ce. Zo. Kr.	Bu. So. Kr.
OU = 91.50	703.19	7.69	18.70	20.88
PB = 91.50	10.10	0.11	18.70	20.88
ZN = 9L50	442.05	4.83	18.70	20.88

Bu programda bir maden yatağında en fazla üç tür cevher olduğu kabul edilmiştir. Program, her cevher için verilen limit tenörleri her numune aralığımdaki tenörlerle kontrol eder ve tenörleri bu limit tenörlerden küçük olan numune aralıklarını işleme dahil etmez.

2.2.4. Ekonomik Değerleri Farklı Birden Fazla Mineral İçeren Yatakların Bezerv Hesaplarında Uygulanan Program) :

Bir maden yatağında ekonomik değerleri birbirinden çok farklı cevher bulunursa bütün bu cevherleri birarada düşünerek yatağın işletmeye elverişli olup olmadığını araştırmak için yapılan rezerv hesaplarında bu program kullanılır. Bu programda da maden yatağında üç ayrı cevher minerali bulunduğu kabul edilmiştir. Bu minerallerden hiçbirinin tek başına ekonomik olmaması durumunda, tenörler toplamı üzerinden değerlendirme yapılır, programın girişinde bu üç ayrı cevherin birarada işletilebilmesi için gerekli olan minimum bir tenor (limit tenor) parametre olarak verilir. Eğer işleme giren aralıktaki tenörler toplamı bu parametreden küçük ise bu numune aralıkları işleme dahil edilmez. Program veri olarak yine Form-1'deki değerleri kullanır. Programda elde edilen çıktılar Tablo-7 ve Tablo-8'de görülmektedir. Hesaplanan değerler :

— Her sondaj için cevherli zon uzunluğu, her cevher için ortalama tenor, cevherli zonların ve tüm sondajın karot randımanları,

— İşleme giren bütün sondajlar için toplam cevherli zon uzunluğu, her cevher için ortalama tenor, cevherli zonların ve tüm sondajların karot randımanları.

Tablo 1 – İzmir - Bayındır - Sanyurt, Bakır - Kurşun. - Çinko Yatağına Alt Analizler
Mmmpm Ekonomik Tenörler, CU = 0.01, PB = 0.01, ZN = 0.01

Sondaj No.	X Kor. (M.)	Y Kor. (M.)	Z Kot (M.)	Numune Aralığı		Nam. Uz,		Tenörler		{TeBÖranım Boyu)			Yongan!.	Karot
47	4002740	60994.44	501.60	Başlangıcı	Son«	(M.)	Ca{%	PB(%)	ZN(°/o>	T1xBoy	T2xBoy	T3xBoy	Ton/M ³	Boya
40.45	40.60	0.15	0.00	5.24	2.87	0.00	0.79	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
47.55	48.35	0.80	0.00	0.30	0.82	0.00	0.24	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.35	48.70	0.35	0.01	3.88	1.62	0.00	1.36	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
48.70	49.12	0.42	0.01	6.87	2.57	0.00	2.89	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sondajın Bütün CU Tenörleri Düşük
Sondaja Ait Sonuçlar

Top. Uzıml. .	T. Tenxiiz	CM. Tenor	Ce.Zo.Kr.	<u>Bo.So.Kr.</u>
Cü = 1.71	0.00	0.00	0.00	0.00
PB = 1.71	5.27	3.07	0.00	0.00
ZN = 1.71	2.62	2.65	0.00	0.00

**TaWo 8 —. Madm Yatağındaki 1 2 3 4 5 6 7 10 13 15 26
Sondajların Sonuçları**

Top. Usanlı.	T. Temxisz	Ort. Tenor	Ce.Zo.Kr.	Bu.	So.	Kr.
CU = 112.70	121	0.01	0.00		0.00	
PB = 112.70	363.06	3.22	0.00		0.00	
ZN = 112.70	233.69	2.07	0.00		0.00	

**2.2.5. Oraima Tenor, Toplamı Rezerv ve Metal İçeriği
Hesabında Kullanılan Program :**

Bu program veri olarak Tablo-3 veya Tablo-5 veya Tablo - 7'deki değerleri ve bunlara ilâve olarak (Şekil -1 a) daki her sondaj için hesaplanan görünür ve muhtemel rezerv alanlarını kullanır. Bilgisayara veriler Form - 2'de görüldüğü düzende verilir.

Programın Listesi :

- C BU PROGRAM ORTALAMA TENOR, TOPLAM REZERV
C VE METAL HESABINDA KULLANILIR.
WRITE (6,8)
- 8 FORMAT (1H1,6) (İH*), 'RİZE - ÇAYELİ - MADEN-
• KÖY, BAKIR - KURŞUN - ÇİNKO
• YATAĞI İÇİN TOPLAM REZERV, ORTALAMA TENOR
• VE METAL MUHTEVASI' 6 (İH)
WRITE (6,0)
- 9 FORMAT (36X, 'CU=0.01, PB=0.Q1, ZN=Q.01 MİNİ-
• MUM TENÖRLERİ İÇİN')
WRITE (6,11)
- 11 FORMAT (50X, 'YOĞUNLUK=2.50 TON/M²)
WRITE (6,12)

```

12 FORMAT (10X, 'SONDAJ KALINLIK TESİR HACMİ
• REZERV ORTALAMA TENÖRLER (%) METAL
• MUHTEVASIV29X, 'ALANI', 29X '1', 6X, '(M)', 5
• X,'M2), 6X, '(M3)', 6X, (TON), 7X, 3 (5(1H-), 2X),
• 3(8(1H-), 2X)) WRITE (6,13)
13 FORMAT (10X,6 (1H-), 2X,8 (1H-), 2X,5 (1H-), 2X,U
• (1H-),
TRG=0.
TRM=0.
TSM1G=0.
TSM2G=0.
TSM3G=0.
TSM2M=0.
TSM3M=0.
30 READ (5,10) NS, SK, ITAG, ITAM,,T1, T2, T3
10 FORMAT (17, F6, 2, 2I5, 3F5.2)
IF (NS) 21, 20, 21
21 HG=ITAG*SK
HM=ITAM*SK
RG=HG*2.5
RM=HM*2.5
SM1G=RG*T1/100.
SM2G=RG*T2/100.
SM3G=RG*T3/100.
SM1M=RG*TL/100.
SM2M=RM*T2/100.
SM3M=RM*T3/100.
TSM1G=KSIG + SM1G
TSM2G=TS2G+SM2G
TSM3G=TS3G+SM3G
TSM1M=TS1M+SM1M
TSM2M=TS2M+SM2M
TSM3M=TS3M+SM3M
TRG=TRG+RG
TRM=TRM+RM
WRITE (6,14) NS, SK, ITAG, HG, T1, T2, T3, SM1G,
• SM2G, SM3G

```

; Batar - Kurşun - Çinko Yal
CU = OJİ , PB = 0.01 , IN =
Yoğunluk =

Sondaj No.	Sondaj No.	Kalınlık (M)	Tesir Alanı (M ²)	HACMİ (M ³)	REZE (Ton)
Görünür =	4	42.98	2800	120343.98	30085S
Muhtemel =	4	42.98	2600	111747.98	27886İ
Görünür =	5	13.57	2400	32568.00	8142(
Muhtemel =	5	13.57	2000	27140.00	6785(
Görünür =	6	49.35	3820	188517.00	47129!
Muhtemel =	6	49.35	1300	64154.99	16038'
Görünür =	7	11.45	1750	20037.50	5009.
Muhtemel =	7	11.45	700	8015.00	2003'
Görünür =	8	45.05	2920	131546.00	32886
Muhtemel =	8	45.05	1000	45049.99	11262

```

14 FORMAT (IX, GÖRÜNÜR=', 14,5X, F6.2, 3X, 14, 3X,
F9.2, 2X, 2X, F11.2, 3X, 2(F5.2, 2X), 4X,3 (F8.2, 2X))
WRITE (6,15) NS, SK, ITAM, HM, RM, T1, T2, T3, SMIM,
SM2M, SM3M

15 FORMAT (IX, <MUHTEMEL=', 14, F6.2, 3X, 14, 3X,
F9.2, 2X, F11.2, 3X,2 • (F5.2, 2X), 4X,3 (F8.2, 2X))
GOTO 30

20 ORT1G=TSM1G/TRG*100.
ORT2G=TSM2G/TRG*100.
ORT3G=TSM3G/TRG*100.
ORT1M=TSM1M/TRM*100.
ORT2M=TSM2M/TRM*100.
ORT3M=TSM3M/TRM*100.
TR=TRG+TRM
WRITE (6,16)

16 FORMAT (İHI, 'TOPLAM REZERV ORTALAMA TENÖR-
LER (%) METAL
• MUHTEVA SF/23X, '(TON)', 9X '1', 6X, '2',
'11X, '1', 10X, '2', 10X, '3',/20X, 13 (1H-), 3X, 3(5
(1H-), 2X), 3X, 3(9(1H-), 2X)/)
WRITE (6,17) TRG, ORT1G, ORT2G, ORT3G, TSM1G,

17 FORMAT (10X, 'GÖRÜNÜR', IX, F11.2, 4X 2 (F5.2,
2X), 3X, 3(F9.2, 2X))
WRITE (6,18) TRM, ORT1M, ORT2M, ORT3M, TSM1M,
TSM3M,

18 FORMAT (10X, 'MUHTEMEL=', IX, F11.2, 4X,2 (F5.2,
2X), 3X, 3(F9.2, 2X))
WRITE (6,19) TR

19 FORMAT (20X, '(GÖRÜNÜR + MUHTEMEL) TOPLAM
REZERV=', F11.2, 'TON')
STOP
END

```

Yukarıdaki program Form - 2'deki verileri değerlendir-
dikten sonra bulunan sonuçlar Tablo - 9 ve Tablo 10'da gö-
rölmektedir.

Tablo — 10

Toplam	Rezerv (TOİl)	Ortalama Tenörler (%)			Metal Muhtevası		
		1	2	3	1	2	S
Görünür =	22833256.04	2.39	0.10	3.19	544411.37	22926.63	728023.62
Muhtemel =	7361430.01	1.72	0.09	İ.98	12670420	6349.54	145409.21

(Görünür + Muhtemel) Toplam Rezerv = 30194694.05 Ton

Elde Edilen Değerler :

- Her sondajın görünür ve muhtemel tesir hacmi, rezervi ve her cevher minerali için metal içeriği,
- Bütün sondajların toplam rezervi, her cevher için metal içeriğidir.

3. Açık İşletme Sınırının Çizilmesi :

Bu bölümde gerek yatay kesitler, gerekse düşey kesitler kullanılarak açık işletme sınırının çizilmesinde bilgisayarlar-
dan nasıl faydalandığı özet olarak incelenecektir.

S.İ. Yatay Kesitlerden Faydalanılarak İşletme Sınırının Çizilmesi :

Bu metotta maden yatağı kalınlığı işletmenin basamak yüksekliğine tekabül eden yatay dilimlere ayrılır ve her dilim üzerinde eştenör eğrileri çizilerek yatağın işletme sınırı nı saptanmağa çalışılır.

Bu metod için bir dizi bilgisayar programı geliştirilmiştir (*).

Bilgisayarlara veri olarak, ilk önce From - l'de görülen sondaj analiz sonuçları ve dilim aralıkları verilir. Geliştirilen program, bu verileri bir ön işlemde geçirip her sondajın her dilimdeki tenor değerleri için $(Tenor = A_1 + A_2X + A_3Y + A_4X^2 + A_5XY + A_6Y^2 + A_7X^3 + A_8XY^2 + A_9Y^3)$ şeklin-

(*). Bu programlar Dr. Tuncer YEGÜLALP tarafından hazırlanmıştır.

deki üçüncü derece yüzey denklemini çözerek $A_1A_2A_3, \dots, A_n, A_w$ regresyon katsayılarını bulur. Program daha sonra bu katsayıları ve ilâve olarak da tenor dağılımı çizilecek paftanın köşe koordinatlarını (X, Y) veri kabul ederek Şekil - 2'de görülen tenor dağılımı dökümünü yapar. Şekil - 2'deki her harfin karşılığı olan tenor değerleri Tablo -11'de görüldüğü gibi programın son etabında veri olarak verilmiştir.

Bu aşamadan sonra yapılacak iş, minimum işletilebilir tenor karşılığı olan harfleri birleştirerek ele alınan yatay dilim için işletme sınırını çizmektir. Bu işlem her dilim için tekrar edilerek, maden yatağının sınırları (üç boyut gözönüne alınarak) ortaya çıkarılır. Tablo - 11'de görülen tenor aralık miktarları ve Şekil - 2'deki deseni meydana getiren harfler kullanıcının isteğine göre değiştirilebilir.

Tablo — 11

A : 0.100 ve Daha Az
B : 0.100 ve 0.200 Arası
C : 0.200 ve 0.300 Arası
D : 0.300 ve 0.400 Arası
.
.
.
.
.
.
Z : 2.500 ve 2.600 Arası
+ : 2.600 ve 2.700 Arası
+ : 2.700 ve Daha Fazla

Yukarıda prensipleri anlatılan metotta tenorun yersel dağılımı, iki boyutlu üçüncü dereceden bir polinom olarak kabul edilmiştir. Eğer dağılım üç boyutlu bir üçüncü derece polinomu olarak kabul edilirse, tenorun herhangi bir doğrultudaki dağılımı elde edilebilir.

Bu durumda teaaör dağılımını ifade eden polinom denklemi;

$$\begin{aligned} \text{Tenor} = & A_1 + A_2X + A_3Y + A_4X^2 + A_5XY + A_6Y^2 + A_7X^3 + A_8X^2Y + \\ & A_9XY^2 + A_{10}Y^3 + AMZ + A_{12}Z^2 + A_{13}Z^3 + A_{14}XZ + A_{15}YZ + \\ & A_{16}XZ^2 + A_{17}YZ^2 + A_{18}ZX^2 + A_{19}ZY^2 + A_{20}XYZ \end{aligned}$$

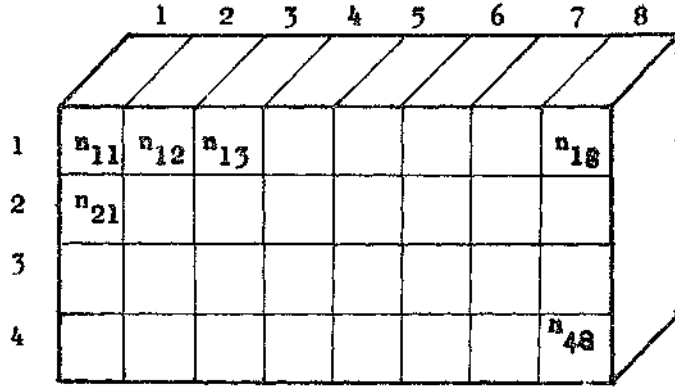
şeklindedir.

Program aynı şekilde bu polinomu çözümleyerek regresyon katsayılarını hesaplar. Gerekirse dilim aralığı yerine Z kotları verilerek istenilen aralıklarla da eştenör eğrileri elde edilebilir.

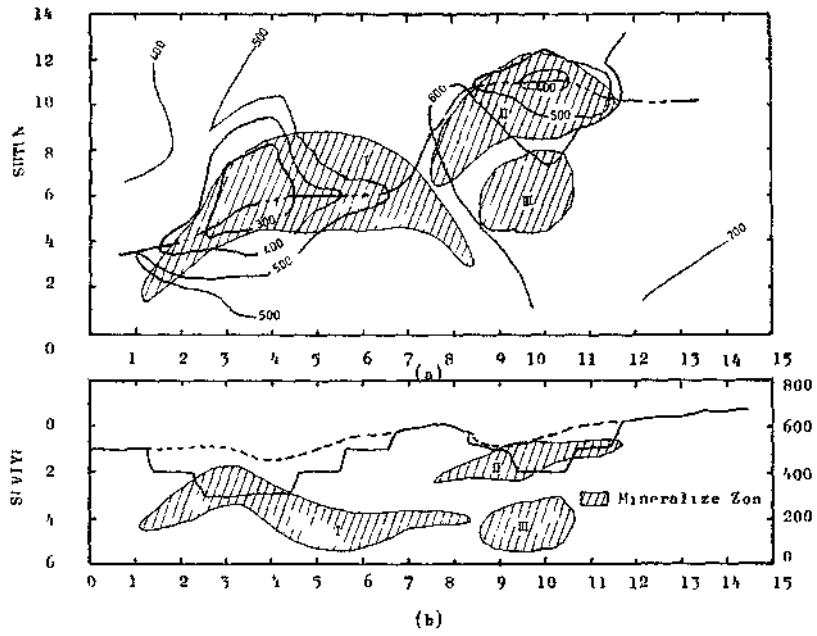
Şekil - 2'de bilgisayarlardan elde edilen ve her birinin eni 0.1905 m boyu ise 0.0254 m olan paflardan birinin örneği görülmektedir. Bir pafta üzerinde enine 100, boyuna ise 60 harf vardır. Buna göre bir pafta üzerindeki harf sayısı 6000 dir. Ele alman paftanın ölçeği bilindiğine göre, bilgisayarlardan elde edilen paftalardaki her harfin gerçek alanı rahatlıkla hesaplanabilir. Bu alanlar dilim kalınlığı ile çarpılarak her dilim için bu harflerin karşılığı olan hacımlar bulunur. Elde edilen bu hacımlar da yoğunluk ile çarpılarak her dilimde her harfin karşılığı olan rezerv miktarları hesaplanır.

3.2. Düşey Kesitlerden Faydalanarak İşletme Sınırının Çizilmesi :

Bu bölümde, rezerv hesapları bitirilmiş olan ve açık işletme düşünülen maden yataklarında, düşey kesitler yardımı ile işletme sınırının çizilebilmesi için bilgisayarlardan nasıl yararlanıldığı özetlenmiştir. Kullanılan teknik ve programlar ülkemizde henüz uygulanmamaktadır. Kullanılan metodun ana hatları kısaca şöyledir. Maden yatağından istenilen aralıklarda düşey kesitler geçirilir (Sondaj şebekesinin olanak verdiği ölçüde). Bu kesitler arasında kalan dilimler Şekil - 3'de görüldüğü gibi birim hacımdaki bloklara ayrılır. Her blok için, cevher satış fiyatından, işletme maliyeti çıkarılarak $n_u, n_{12}, \dots, n_{46}, n_{\leftarrow}$ değerleri bulunur. Bu değerler bilgisayara veri olarak verilir. Bilgisayarlar bu verileri bir dizi işleminden (dinamik programlama işlemleri) geçirerek Tablo - 12'de görüldüğü gibi işletme sınırlarının çizimine yarayacak değerleri hesaplar.



Şekil-3 : Kesitler arasında meydana getirilen blok



Şekil - 4 a) Yatayın Planı

b) A-A' Kesiti

Kesit		j											
1		-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
	i	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
		-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-3
		-2	-3	-3	-4	-3	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4

Kesit		j										
2		-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	i	-1	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2
		-2	3	5	4	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
		-3	-3	1	-4	-4	-3	-3	-3	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4

Kesit		j										
3		0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0
	i	-2	-2	-2	-1	-1	0	1	-2	-2	-2	-2
		-3	-3	-3	-3	4	6	5	-4	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4

Kesit		j										
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	i	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	-2	-2	-2	-2
		-2	-2	-2	-2	3	4	5	4	1	-4	-4
		-3	-4	-4	-4	-2	-2	1	-2	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4

Kesit		j										
5		-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	i	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-1	-1
		-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
		-3	-3	-3	-3	-3	3	4	-4	-4	-3	-3
		-4	-4	-4	-4	1	3	6	-3	-1	-2	-4

Kesit		j										
6		-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
	i	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2
		-3	-2	-2	-3	-4	-4	-4	-4	-3	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	0	3	5	2	-4	-4	-4
		-4	-4	-4	-4	0	3	5	2	-4	-4	-4

ŞeMİ – S ŞeMİ - 4'den elde edilen kesitlerden 6 tanesi

Uygulanan program, üç boyutlu dinamik programlama teğüğünden faydalanarak hazırlanmış ve baz olarak iki boyutlu dinamik programlamayı kullanmıştır (*). Program Enstitümüzde şu anda her hangi bir maden yatağına uygulanabilecek aşamaya getirilmiştir.

Program, Şekil-4'deki örnek yatağı uygulanmış ve Şekil - 5'deki değerleri kullanarak, Tablo - 12'de görülen sonuçları vermiştir.

Tablo 12 — Uygun İşletme Aralığı

Sütün:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sonuç	
Kesit :														
1.....	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.....	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	- 2	
3.....	Ö	0	1	2	3	3	3	2	1	0	0	0	1 2	
4.....	0	0	1	2	3	3	3	3	2	1	0	0	9	
5.....	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	- 1	
6.....	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
7.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
1 0.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	5	
1 1.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	
1 2.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 3.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1 4.....	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Seviye														
1.....	—————												4	
2.....	—————												9	
3.....	—————												31	
İşletme sınırı	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26

(*) Bu metod için programlar 1971 yılında Thys, B. Johnson ve William R. Sharp tarafından geliştirilmiştir.

4. Sonuç :

Yukarıda bahsedilen hesaplama işlemlerinin bir çoğu elle yapılabilmektedir. Ancak, rezerv hesapları yapılırken sondaj analiz sonuçlarının ard arda bir dizi rutin işlemde geçirildiğini biliyoruz. Bütün bu işlemlerin elle yapılmasının çok daha fazla vakit alacağı ortadadır. Bunun yanında hesaplama işleminde herhangi bir aşamada yapılan bir hatadan dolayı çok yanlış sonuçlar elde edilebileceği de bir gerçektir. Bütün bunlar gözönünde tutulursa rezerv hesaplarının, olanakların elverdiği ölçüde bilgisayarlarla yapılmasının yararlı olduğu anlaşılır.

Diğer taraftan, istatistiksel yöntemler çok eskiden beri bilinmesine rağmen, bu yöntemleri el ile uygulamak zor olduğu için, bunlar eştenör eğrileri çiziminde kullanılmıyor ve eştenör eğrileri başka metodlar kullanarak elle çiziliyordu. Halbuki bilgisayarların bu alanda da kullanılması, daha kısa zamanda daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca işletme sınırları çiziminde jeolojik kesit bilgileri ve hattâ fay gibi tektonik oluşum bilgileri bilgisayar programları kapsamına alınarak, daha kesin ve daha kapsamlı sonuçlar elde etmek mümkün olmaktadır.

Bilindiği gibi bir maden işletmeciliğine girişmek, uzun yıllar devam edecek bir çalışma için büyük sermaye yatırımı gerektiren bir işe girmek demektir. Böyle bir yatırıma girmeden önce ise, sözkonusu yatağın, rezervinin, tenor dağılımının ve işletme sınırlarının kesinlik kazanması zorunludur.

Kaynak Listesi :

- 1 — AÇIKGÖZ, Hüseyin : Maden Yatakları Rezervinin Hesaplanmasında Bilgisayarlardan Yararlanılması, M.TA Enstitüsü Raporu 1975, Ankara.
- 2 — VEIS, Alfred : A Decade of Digital Computing in the Mineral Industry 1969, New-York.
- 3 — The Canadian Institute of Mining and Metallurgy. Ore Reserve Estimation and Grade Control. Special Volume 9, 1968

- 4 – M.TA Enstitüsü, Murgul Bakır Raporları Cilt -1 1972, Ankara.
- 5 – Bureau of Mines, Report of Investigation, 1971.
A Three-dimensional Dynamic Programming Method for Optimal ultimate Open Pit Design 1971.
- 6 – CANER, Güneş : Açık İşletmelerde Optimum İşletme Sınırlarının Tâyin Edilmesi ve Maksimum Karın Elde Edilmesi Amacı ile Kullanılan Matematiksel Teknikler. M.T.A. Snstitüsü 1974 Ankara.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salon/ankara

MADEN
MAKİNALARI
SANAYİ VE TÜRKİYE

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADEN MAKİNALARI SANAYİİ VE TÜEKİYE

Doç. Dr. Şinasi ESKİKAYA*

Özet

Bugün Türkiye'de, maden endüstrisinde kullanılan bir çok araç-gereç ve makine fiilen yapılabildiği halde, henüz örgütlenmiş bağımsız bir maden makineleri sanayii yoktur. Yeraltı servetlerimizi ülke çıkarlarına en uygun şekilde çalıştırmanın bir koşulu da, madenlerimizde kullanılan araç-gereç ve makineyi kendimizin yapmasıdır. Böyle bir sanayii kurmanın en uygun yolu ise halefi E.K.İ. ve G.L.İ., ye ait merkez Atelyelerinde varolan potansiyelden yararlanmak ve bu çekirdekler etrafında gerekli örgütlenmeyi yapmaktır.

Abstract

In this paper importance and necessity of an organized national mining machinery is outlined. After a brief description of two enormous workshops, which belong to E.K.I. (Ereğli Coal Administration) and G.L.I. (Western Lignite Administration), some preliminary remarks about the future Turkish Mining Machinery Industry have been given,

1 — Genel

Bütün endüstri koUarmda olduğu gibi, maden endüstrisinde de makineleşmenin büyük bir önemi vardır. Bu önem çoğu zaman ekonomikliliğin, bazan da bir zorunluluğun so-

(*) İ.T.Ü. Maden Fakültesi.

nucu olarak ortaya çıkmaktadır. Madencilikte zorunluluk en az ekonomiklik kadar ağırlık taşıdığı için maden makinelerinin ayrı bir özelliği, dolayısıyla ayrı bir önemi vardır. Gerçekten de, maden makinelerinin herşeyden önce sağlam ve emin olması lâzımdır. Bir başka deyişle mesleğin tehlikelerini azaltıcı, daha doğrusu tehlikelere karşı koruyucu ve önleyici niteliklere sahip olmaları gerekmektedir. Bilindiği gibi, bilhassa yeraltında kullanılan maden makinelerindeki yapıım hatası veya eksikliklerinin bedeli, çoğu zaman kan ve canla ödenmektedir.

Madenlerin en büyük özellikleri «yeniden yerine konulmaz» oluşlarıdır. Bu bakımdan onları hem millî, yani diğer ülkelerin ortaklığından uzak, hem de ülke çıkarlarına en uygun şekilde çalıştırmak gerekir. «Dış ülkelerin ortaklığından uzak» deyince ilk akla gelen husus «yabancı sermaye» dir. Halbuki işletilmesi için -zorunlu olan araç - gereç ve makineye, kucak dolusu para ödenerek dış ülkelere temin edilen bir madenin ne ölçüde millî olarak çalıştırıldığı sorulmaya değer. Benim kişisel inancıma göre böyle bir duruma da, «şekli, koşulları ve niteliği biraz daha değişik» olan, belli oranda bir yabancı sermaye gözü ile bakılabilir. O halde fazla vakit kaybetmeden, koşulların elverdiği ölçüde bir «maden makineleri sanayii» kurmanın yollarını aramak lâzımdır.

2 — Diğer Ülkelerde Maden Makineleri Sanayimin Durumu

Bugün Amerika, Rusya, Almanya, İngiltere, Fransa... gibi endüstride ileri gitmiş ülkeler, çok özel yapı ve teknik gerektiren bazı makine veya araç - gerecin dışımda, hemen bütün makine ve mekanik donanımlarını kendileri yapmakta ve maden endüstrisi için gereksinmelerini bizzat kendileri karşılamaktadırlar. Buna rağmen bu ülkelerden bazıları, gene bazı makine yapımlarında, diğerlerine nazaran çok ileri bir teknik düzeye ulaşmışlardır ve o alandaki hemen bütün pazarlara egemendirler. Bilhassa serbest ekonominin hüküm sürdüğü ülkeler, bu tür makineleri yapabilecek teknik ve ekonomik potansiyele sahip oldukları halde, bahis konusu ma-

kine, araç ve gereci o dalda uzun tecrübe sahibi olan ülke veya ülkelerden satın almayı tercih etmektedirler.

Sanayileşmesi biraz daha geri düzeyde olan ülkelere gelince, onlar da maden makineleri gereksinmelerini büyük ölçüde kendi öz kaynakları ile karşılamaya çalışmakta ve bunda bir dereceye kadar başarılı da olmaktadır. Örneğin bir Polonya, Macaristan, bir Yugoslavya hatta Romanya bile, meselâ «hidrolik tahkimat», «yürüyen tahkimat üniteleri» gibi, teknolojinin en yeni mekanik donanımlarını kendileri yapabilmektedirler.

3 — Türkiye'deki Durum

Ülkemizde maden makineleri sanayii hem vardır hem de yoktur. Var olması, tulumbadan basınçlı hava ile çalışan motorlara, vagonlardan zincirli oluklara kadar pekçok makine ve donanımın ülkemizde yapılabilir olmasından ve fiilen yapılmasından ileri gelmektedir. Ancak organize olmuş bağımsız bir maden makineleri fabrikası veya kurumu mevcut değildir. Gerçi özel sektöre ait bazı kuruluşlar bazı makine ve donanımları yapmakta, keza gene özel sektöre ait atelyelerde hemen her istenilen döküm yaptırılmaktadır. Fakat bunlar çoğunlukla, seri üretim anlayışından ve bir standarta bağlı olmaktan uzak faaliyetlerdir. Bu ise ülkede, özel sektöre ait bir maden makineleri sanayiinin varlığından ziyade, böyle bir sanayiinin kurulabilmesi için kuvvetli bir potansiyelin bulunduğunu kanıtlamaktadır.

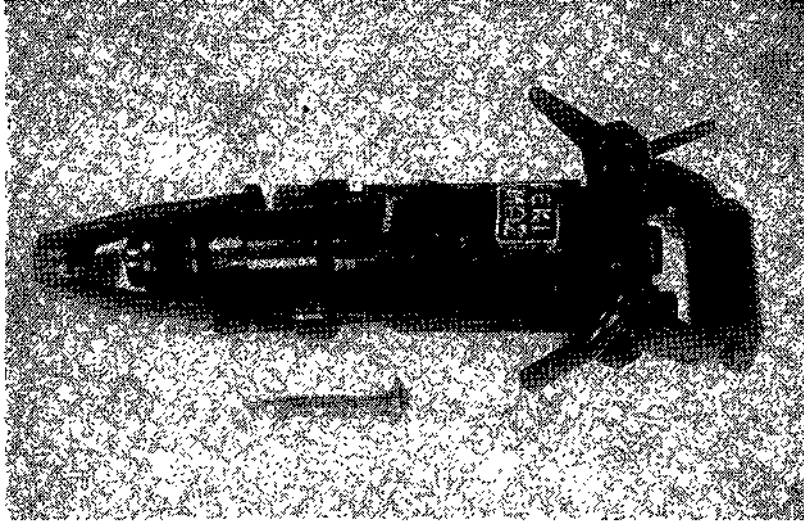
Diğer yandan, T.K.İ. ne bağlı iki büyük kuruluş, E.K.İ. ve G.L.İ. nin atelyelerinde, nispeten organize maden makineleri sanayiine yönelik üretim faaliyetleri vardır. Taşıdıkları önemden dolayı bunları ayrı ayrı ve kısaca incelemek yerinde olur.

3.1 — E.K.İ. Zonguldak Merkez Atelyeleri (MAZ)

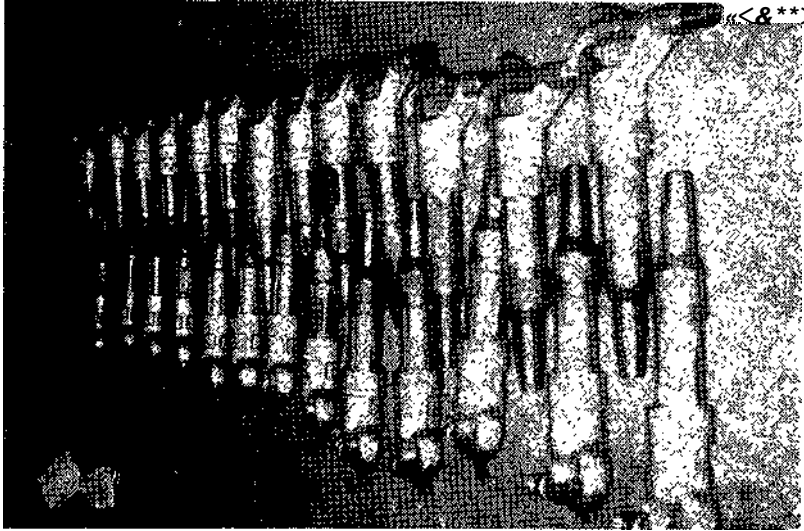
Zonguldak'daki Merkez Atelyesinin ana görevi, E.K.İ. nin ocak ve tesislerinde kullanılan araç - gereç ve makinelerin tamir ve bakımınıdır. Ancak koşulların getirdiği bir zorunlulukla bu atelye, yavaş yavaş yapım (imalât) faaliyetlerine yönelmek gereğini duymuştur. Nitekim bugün E.K.İ. de kul?

lanilam baa araç-gereç ve makinelerin bir kısmı veya tamamı MAZ'da yapılmaktadır.

MAZ tarafından, belli standartlarda ve hemen hemen serî bir üretim anlayışı içinde yapılan donanımlara örnek olarak martoperferatörler (Şekil - 1), martopikörler (Şekil - 2),



ŞeM - 1 — Martoperferatör (MAZ)

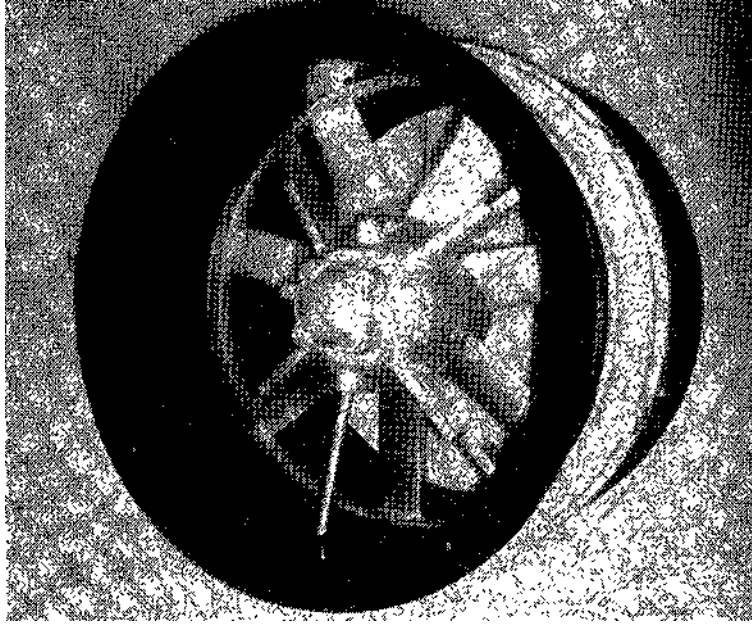


Şekli - 2 — Martopikörler (MAZ)

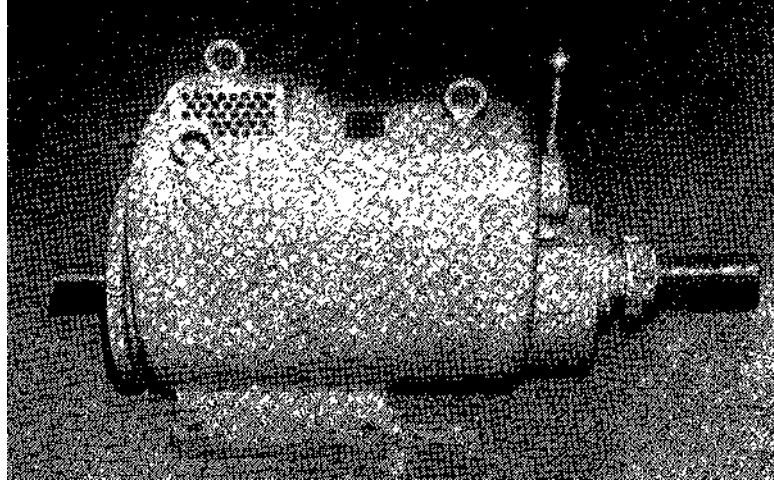
vagonlar (ŞekU - 3), vantilatörler (Şekil - 4), basınçlı hava motorları (ŞekU - 5) ve bu arada redüktörler (Şekil - 6), zin-



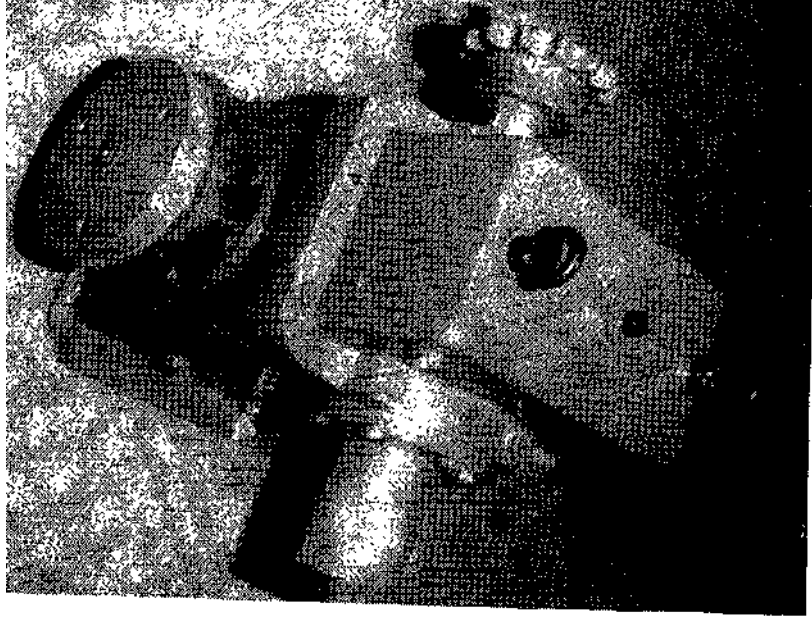
Şekil - 3 — Beş Tonluk Ocak Arabası (MAZ)



Şekil - 4 — Vantilatör (MAZ)

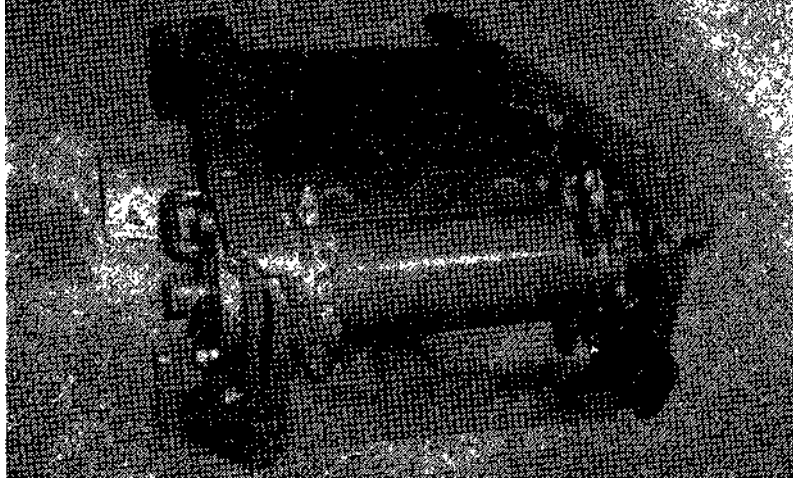


ŞeHİ - 5 — Basınçlı Hava Motoru, 15 B.G. (MAZ)

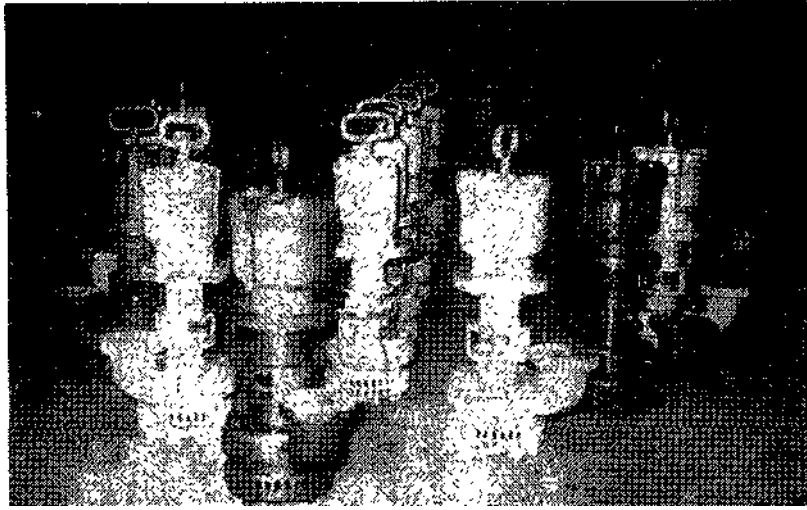


Şekil - 6 — Redüktör, 12 B.G. (MAZ)

cirli oluklar (Şekil - 7) ve tulumbalar (Şekil - 8) gösterilebilir. MAZ'm yapım kapasitesi hakkında bir fikir vermek üzere 1976 yılı programında 855 adet bir tonluk ve 100 adet de 5 tonluk vagon yapımı, 40 adet basınçlı hava motoru, 38 adet tulumba, 660 adet martopikör ve 100 adet martoperfe-



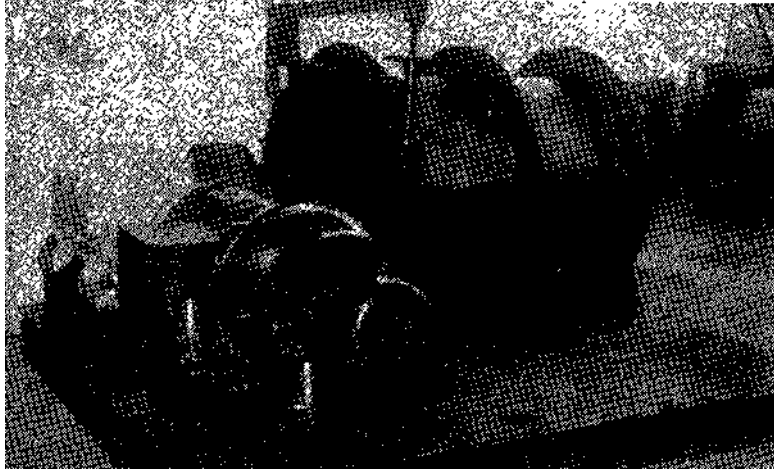
ŞeMi-7 — Zincirli Oluk Kuyruğu (MAZ)



ŞeMi - 8 — Nargile Tulumbalar (MAZ)

ratör yapımının bulunduğunu söylemek yeterli olacaktır. Bunların yanısıra zincirli oluklar, lastik bantlı konveyörler, vinçler (Şekil - 9), bant kaynak makineleri... gibi değişik ve çok sayıda araç-gereç ve makine yapımı da gerçekleştirilmiştir.

MAZ'ın yapmış olduğu bu mekanik donanımın pek çoğu bizzat E.K.İ. nin gereksinimleri içindir. Ancak zaman zaman T.K.İ. nin diğer kuruluşları için de sipariş alınıp yapımına geçildiği de olmaktadır. Örneğin 1973 yılında, Orta Anadolu Linyitleri için 25 adet tonluk araba, 1 adet çift tamburlu vinç, 10 adet kömür delme makinesi; G.L.İ. için 1973 de 50, 1974 de 100 ve 1975 de 50 adet martopikör; aynı müesseseye 1974 yılında 16 adet tek zincirli konveyör MAZ tarafından yapılmıştır. Bazı Etibank'm ihtiyaçları da karşılanmaktadır.



Görüldüğü gibi MAZ, yapımını gerçekleştirdiği maden makineleri ve donanımları ile, esasen bir nevî maden makir neleri fabrikası gibi çalışmakta ve buna ehil olduğunu göstermektedir. Şu halde yapılması gereken şey, bir an önce eksikliklerini gidererek onu bağımsız bir kuruluş haline getirmektir.

3 — G.L.İ. Merkez Atelyeleri

2695 m² si örtülü olmak üzere 9335 m² lik bir alana yayılan G.L.İ. ye bağlı Merkez Atelyeleri de, MAZ'dan sonra, madencilğe ait araç-gereç ve makinelerin yapıldığı ikinci büyük merkezdir. Bu atelyelerde, G.L.İ. ocaklarında çalışan makinelerin normal tamir-bakımının dışında «lâstik bantlı konveyörler, bant köprüleri, makara gömlekleri, yükleme tesisleri, volan dişlileri, çelik silolar, santrifüj tulumba gövdeleri, redüktörler...» gibi çok çeşitli unsurların faaliyetleri de yer almaktadır. G.L.İ. bünyesinde bulunan Tunçbilek, Soma, Seyitömer Bölgelerinin ihtiyaçlarının yanısıra, «Emet, Bepazarı, Erzurum» gibi kendi dışında ve bazıları uzak yerlerde bulunan işletmelere de «vibrör elek, bant köprüsü, çelik silo yapımı» gibi birçok hizmetler götürmesi, bu atelyelerin kapasitesi hakkında da yeter bir fikir verecektir. Bu sebeple, G.L.İ. Merkez Atelyelerinde de, MAZ kadar olmasa bile, ona yakın ölçüde «maden makineleri sanayii» ne elverişli bir çekirdek ve potansiyel mevcuttur.

4 _ Türriye'de Maden Makineleri Sanayii Kuralması İçin Bazı Öneriler

İleri teknoloji isteyen bir sanayii bütünü ile ve bir hamlede kurmanın güçlüğü açıktır. Diğer yandan, gerek E.K.İ. gerekse G.L.İ. Merkez Atelyelerinde birçok araç-gereç ve makineyi fiilen gerçekleştirilebilen bir kadronun varlığı da ortadadır. Şu halde yapılacak iş bu kadroların oluşturacağı çekirdek etrafında gerekli öğütlenmeyi yaparak bağımsız ve organize maden makineleri sanayiini kurmaktır.

Maden makineleri sanayini kurmak yolundaki tartışma veya kararlarda şu önemli noktanın da göz önünde tutulması gerekir. Endüstrileri bir hayli ileri gitmiş bazı ülkelerin, bazı makine veya donanımları kendileri de yapabilecekken, bunları başka ülkelere satın almayı tercih etmelerine bakarak aynı yolu izlemek aldatıcı olur. Teknik zorunluluğun dışında, salt ekonomik açıdan verilmiş böyle bir karar, ancak oldukça kuvvetli endüstriyel dış pazarlara sahip olan, yani kısaca, aldıklarına karşılık satabilecek de birşeyleri olan Ul-

keler için geçerlidir. Bir diğer husus da, kurulacak organize ve bağımsız bir maden makineleri sanayiinin, ister istemez diğer ülkelerdeki eş kuruluşlarla temas halinde olacağı ve o kuruluşlardaki faaliyetleri ve maden makineleri teknolojisindeki gelişmeleri yakından izlemek zorunluluğunu duyacağıdır. Bu ise, ülke gereksinmesi için dışardan temini şart olan maden makinelerinin alınmasında daha isabetli davranılması sonucunu doğuracaktır.

Maden makineleri sanayii gibi büyük bir sanayiinin kuruluşunda, benzeri kurumların tesisinde izlenen bazı temel ve değişmez yollardan gidilmesi gerektiğinde hiç kuşku yoktur. Ülkemiz artık bu tür kuruluşları gerçekleştirmede tecrübe sahibi çok sayıda elemana sahiptir. Buna rağmen aşağıda sıralanan hususların tekrarında yarar vardır.

1° — Yer Seçimi! : Şehir yerleşme merkezinden uzaklığı büyük bir etken gibi kabul ederek, böyle bir kuruluşu dar ve genişleme olanağı olmayan bir alana sıkıştırmaktan kesinlikle kaçınılmalıdır. Kişisel önerim, «gelecekteki genişleme ihtimalleri de dikkate alınarak hesaplanıp bulunacak olan alanın en az iki defa daha büyüğünü seçmek» şeklindedir.

2° — Takımı-Tezgâh Seçimi : Maden Makineleri Sanayii için gerekli olan çeşitli parça veya birimleri yapacak takım ve tezgâhların çoğu, son teknolojik gelişmeler neticesinde çok ileri bir düzeye ulaşmışlardır. Dolayısıyla tezgâhların çok modern ve otomasyona elverişli olanlardan seçilmesine büyük özen göstermek gerekir.

3° — Yapılacak Makine veya Donanımların Seçim : Bu seçim, kuruluş gerçekleştirildikten sonra bir ölçüde kendi kendine oluşacaktır. Ancak genel prensiplerin tespiti zorunludur. Bu prensiplerin çerçevesi şöyle çizilebilir : «Yeni ve çok modern takım ve tezgâhlarla donanacak olan böyle bir maden makineleri sanayii kuruluşunda, şimdiye kadar esasen merkez atelyelerinde yapılagelmekte olan mekanik araç-gereç ve makineler, artık bir norma bağlı olarak ve seri üretim anlayışı içinde daha mükemmel olarak yapılabilecektir.

Yapımına ülkemizde henüz hiç teşebbüs edilmemiş veya yapımı çok yönlü ve karmaşık bir teknolojiyi gerektiren makinelere gelince, bunların da uygulama esnasında en fazla aşınan parçalarının yapılması yoluna gidilmeli ve makinenin komple yapımına doğru olan gelişim kendi doğal akışına bırakılmalıdır.

4° — Önerilen Sanayiinin Diğer Endüstri Kollarına da Hâmet Edebilir Duranınla Düşünülmesi : Ülkemizdeki maden endüstrisi pek kuvvetli sayılmaz. Bu bakımdan, maden endüstrisinin gerektirdiği araç-gereç ve makine ihtiyacının - asgarî ölçülerle kurulsu bile - bir maden makineleri sanayiinin ekonomik bakımdan gerçekçi boyutlarda çalışması için gerekli olan miktardan daha düşük düzeyde kalması ihtimali vardır. Böyle bir durum, kurulması önerilen sanayiinin bir kısım kapasitesinin kullanılmaz halde kalması demektir ki, bu derecede bir israf sineye çekilemez. Dolayısıyla bu sanayii, ya başlangıçta maden endüstrisine en yakın endüstri kollarına da hizmet edebilecek yapıda kurmak veya sonradan kolayca o hale dönüştürülebilir şekilde düşünmek lâzımdır. Maden makineleri sanayii gibi önemli bir kuruluşu gerçekleştirirken, burada nelerin yapılacağını ve nelerin yapılamayacağını tespit etmek, yani böyle bir sanayinin Türk ağır sanayii içindeki yerini dikkatle belirlemek gerektiğinde hiç şüphe yoktur.

5 _ . Sonuç

Günümüzde sık sık bahis konusu edilen ağır sanayii hamlesinde «maden makineleri sanayii» nin de yerini alması lâzımdır. G.L.İ. ve bilhassa E.K.İ. ne bağlı Merkez Atelyesinde mevcut potansiyel ile böyle bir sanayii, diğer dallarda olduğuna nazaran çok daha kolaylıkla gerçekleştirmek mümkündür. Bu suretle sadece madencilik endüstrisi kendi ihtiyacı olan araç-gereç ve makinelerin karşılandığı millî bir kuruluşa kavuşmakla kalmıyacak, ayrıca ülkemiz de, birçok diğer endüstri kollarının da yararlandığı kuvvetli ve sağlam bir sanayi kolu kazanmış olacaktır.

Teşekkür

Gerek E.K.İ. gerekse G.L.İ. Merkez Atelyelerindeki sorumlu personele, yaptıkları yardım ve gösterdikleri kolaylıklardan dolayı teşekkürü borç bilirim.

1 – BOZRURT, N. :

Ereğli Kömürleri işletmesi
Merkez Atelyesi (MAZ)nin Etüdü
İ.T.Ü., *MM.L.S.* Tezi, Haziran 1976

2 – AKÇIN, N. :

G.L.İ. Tunçbilek Bölgesi Merkez Atelyelerinin Tamir-Bakua TO
îmalât Kapasitesi Bakımından İncelenmesi
İ.T.Ü., *M.M.L.S.*, Tez Çalışması
(devam ediyor).

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977. dsi salonu/ankara

MÄMGAN CEVHERLERİNİN
YÜKSEK ALAN ŞİDDETLİ
MANYETİK AYIRMA İLE
ZENGİLEŞTİRİLMESİ

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MANGAN CEVHERLERİNİN
YÜKSEK ALAN ŞİDDETLİ MANYETİK AYIEMA İLE
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Gündüz ATEŞOK *

Özet:

Bu tebliğin konusu, Erzincan - iliç Bölgesi Manganez cevherlerinin, yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılarda değerlendirilmesi olanaklarını, kapsamaktadır.

Laboratuvar Manyetik ayırma deneyleri iki tip yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıda gerçekleştirilmiştir. Döner silindiri (Rapid tipi) bantlı manyetik separatöründe yapılan deneylerde % 69.05 MnO_2 içeren cevher % 80.45'e konsantre edilmiş, manyetik ayırma verimi % 83.40 olmuştur. Endüstri Silindiri (Endüstri Roll) tipi Manyetik ayırıcıda ise aynı cevher % 80.78'e konsantre edilmiş, verimi ise % 75.82 olmuştur.

Sonuç olarak, Erzincan - iliç manganez cevherindeki manganez içeriği, yüksek alan şiddetli Manyetik ayırıcılarda ortalama % 80 verimle, % 50 tenörlü MnO_2 içeriği elde edilebileceği, anlaşılmıştır.

Abstract s

This paper deals with the application of high intensity magnetic separation to the manganese ores of the Erzincan - Ilıc region.

(*) İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Cevher Hazırlama Kürsüsü. Maden Y. Müh. Asistan.

Two types of high intensity magnetic separators were used for the laboratory tests. In the tests carried out with the Rapid type magnetic separator, MnO_2 content of 69.05 % in the original ore was increased to 80.45 % in the concentrate, with a recovery of 83.40 % Using the same ore, the Induced Roll magnetic Separator produced a concentrate assaying % 80.78 MnO_2 with a recovery of 75.82 %.

As a result, it was concluded that the manganese ores of the Erzincan - Ilıc region can be treated in high intensity magnetic separators to produce a concentrate assaying approximately 80.50 % MnO_2 with an average recovery of 80 %.

Giriş:

Halihazırda dünyanın en büyük manganez üreticisi S.S.C.B. olup Ukranya'daki (Nikopol) ve Kafkasya'daki önemli yataklar, dünya istihsalinin yarısını teşkil eden 13 milyon ton/yıl civarında manganez üretirler. Söz konusu cevherler % 28 - 33 oranında manganez ihtiva ederler; uygulanan yıkama ve konsantrasyon işlemleri sonucunda bu oran % 50'e yükselir. Diğer önemli manganez yatakları Hindistan'ın merkez bölgesinde, Altın sahilinde, Güney Afrika'da, Brezilya'da ve Fas'da işletilmektedir.¹

Endüstrideki kullanma alanına bağlı olarak manganez cevherleri, tenor ve kalitelerine göre, dört gruba ayrılabilir. Bunlardan yüksek tenörlü cevherler satış fiatı bakımından en pahalısı olup pil endüstrisinde kullanılmasından ötürü pil cevheri olarak tanınır.

Cevherlerin fiatı, ihtiva ettikleri manganez miktarına göre tespi tedildiğinden, düşük tenörlü cevherlere, genel olarak, değerlendirme metodlarından bir veya birkaçı tatbik edilir.

Pil endüstrisinde kullanılan cevher tenörü ortalama % 78 - 82 MnO_2 dır.

Memleketimizde hali hazırda mevcut olan ve bilinen manganez yatakları arasında bu tenöre ulaşabilecek manganez rezervleri çok cüzî miktardadır. Halen bu tenördeki manganez cevherlerini, pil endüstrisi ihtiyacı için yurt dışından ithal etmekteyiz.

Yukarıdaki görüşlerden hareketle, Erzincan - Ilıc Bölgesindeki Manganez yataklarının MnO_2 muhteviaları saptanarak, bu yataklara ait ortalama numuneler üzerinden, pil endüstrisinin istediği MnO_2 yüzde değerlerini hedef alarak, Manyetik ayırma yöntemi ile MnO_2 tenorunun yükseltilmesi olanakları incelenerek araştırılmıştır.

Tebliğde, cevherin minerolojik ve petrografik etüdüleri ile komple kimyasal analiz sonuçları kısaca verilmektedir.

Cevher Yatağı Hakkında Genel Bilgiler :

Ilıc Manganez Yatağı Erzincan sınırları içinde : Ürik, Bahçebağları ve Manastır köyleri arasında uzanan hidrotermal bir cevher yatağıdır. M.T.A. tarafından yapılan sondajlar ve Kişisel arama çalışmaları ile cevher yatağı geniş olarak etüd edilmiştir. Yapılan etüdümler sonucunda, bölgede derinlere doğru tenörü artan çeşitli formasyonlar halinde toplam olarak 90.000 ton civarında görünür manganez rezervi tespit edilmiştir. Madene en yakın nakliye yeri iliç tren istasyonu olup 8 km.dir. Cevher yatağının üst örtüsü alüvyondur. WN-ES doğrultusunda safi kil tabakaları ve E-W istikametinde ise kristalize kalkerler bulunmaktadır.²

Ilıc Cevherinin Minerolojik Etüdü :

Cevherden alınan ortalama numunenin kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir. Cevherin manganezi çeriği alt kodlara inüdüdüce yükselmekte ve cevher kalitesi artmaktadır.

Cevherin ortalama aktivitesi : 7 - 7.2 dir.

Nem.....%	3.42
Total Mn.....%	43.65
MnO_2%	69.05
Fe_2O_3%	0.41
SiO_2%	13.28
CaO.....%	0.73
MgO.....%	0.14

BaSO ₄	% 11.30
CO ₂	% 3.75
Ni.....	% 0.0022
Co.....	% 0.0017
Zn.....	% 0.13
Na.....	% 0.043
K.....	% 0.13
Al ₂ O ₃	Eser
P ₂ O ₅	% 0.25
Cu.....	% 0.018
Pb.....	% 0.03

Seçilen cevher numuneleri üzerinde yapılan mikroskopik etütlerinde ekonomik değer taşıyan minerallerin pisilomelan, piroluzit ve manganit olduğu görülmüş, bunların yanında yan taş olarakta barit, kuvars, kalsit, hematit ve limonit tesbit edilmiştir. Wat cevherin çimentosunu teşkil etmektedir. Major minerallerle gang minerallerinin bağlayıcı vazifesini görür. Cevher içinde piroluzit genellikle masif halinde kriptokristalendir. Psilomelan ise masif şeklinde, toprağımsı olarak cevher içinde bulunmaktadır. Pisilomelan bir aliterasyon mahsulü minerali olduğu için mikroskop altında kalsit ve barit üstünde psedömorf olarakta bazen göze çarpmaktadır. Cevher içinde en fazla mevcut olan gang minerali barittir. Barit kristalleri oldukça iri kristallerdir. Mikroskop çalışmalarında manganiz minerallerinin tane serbestleşme etütleri yapılamadığı için, gang mineralleri üzerinde bu çalışmalar sürdürülmüştür. Gang minerallerinden baritin % 80'ni 0.210 mm. boyutunda, kuvarsın % 90'ı ise 0.149 mm. boyutunda serbest kalmaktadır. Yukarıdaki minerolojik ve petrografik etütler, cevherin konsantrasyonu güçleştirecek karekterde olmadığı anlaşılmaktadır.

Yukarıda belirtilen problem değişik karekterdeki manganizi kullanılma alanlarına uygun olarak manganiz konsantrasyonları haline sokulabilmesidir. Konsantrasyon için yapılan işlemlerden gerek gravite gerekse manyetik ayırma işlemleri manganizin iri parçalar halinde en ekonomik bir şekilde pil endüstrisi için elde edilmesine dayanır.

Manyetik Ayırma Deneylen :

Bölüm : I

Manyetik ayırma deneyleri laboratuvar tipi yüksek alan şiddetli kuru manyetik alanlı, döner diskli (RAPİT tipi) manyetik seperatüründe yapılmıştır.

Manyetik ayırmaya verilecek cevher 10 mm.lik bir elekten öncelikle elenmiştir. Elek üstü bir santimetre altına çenele kırıcıda kırılmıştır. Elek altı, 4.7 mm. (4 Meş) lik ikinci bir elekten geçirilerek elek üstü bu kez konili kırıcıda kırılmıştır. Üçüncü etapta malzeme 2 mm. (10 Meş) lik eleğe verilmiştir. Elek üstünde kalan kısım merdaneden geçirilerek yeniden aynı eleğe verilmiştir. Bütün cevher 2 mm nin altında toplanmıştır. Merdanede cevheri fazla inceye geçirmemek için kademeli eleme yapılmıştır. Bu mahsulün elek analizi ve MnO_2 içerikleri aşağıda verilmiştir.

Tane Boyutu		%N	2%NJ	MnO_2 %	MnO_2 Yerim
Meş	mim				
+ 10	+2.00				
10—20	2.000—0.841	31.60	31.60	69.14	31.64
20—50	0.841—0.297	33.20	64.80	70.80	34.04
50—70	0.297—0.210	7.20	72.00	70.77	7.38
70—100	0.210—0.149	5.30	77.30	69.70	5.36
100—140	0.149—0.105	6.10	83.40	67.09	5.92
140—200	0.105—0.074	6.60	90.00	63.62	6.08
—200	—0.074	10.00	100.00	66.12	9.58
Toplanı		100.00		69.05	100.00

Manyetik ayırana zenginleştirme deneyleri :

İki mm.min altına geçirilen cevherden alman bir gramlık numune 2.000 - 0.841, 0.841 - 0.297, 0.297 - 0.074 ve - 0.074 mm fraksiyonlarına ayrıldığında elde edilen neticeler aşağıda verilmiştir.

Tane Boyutu		q/M	S°/oN^	MnO_2 %	MaO_2 Yerim
Meş	mm				
10—20	2.000—0.841	31.60	31.60	69.14	31.64
20—50	0.841—0.297	33.20	64.80	70.80	34.04
50—200	0.297—0.074	25.20	90.00	67.81	24.74
—200	—0.074	10.00	100.00	66.12	9.58
Toplam		100.00		69.05	100.00

Her fraksiyonda ilk defa bütün cevher 2.4 amper ve 95 Voltta iki defa geçirilmiştir. Konsantre, Ara ürün ve artık mahsûlleri elde edilmiştir. Her fraksiyonda elde edilen ara ürünlerin tetkikinde daha çok ikili tanelerden ibaret olduğu ve tane serbestleşmesitne ulaşamayan tanelerden meydana geldiği görülmüştür. Belirli bir Manganez oksit mineralinin ayırımı söz konusu olmamaktadır.

Ara ürün, Her üç fraksiyonda konsantre ve artığa deney sırasında elde edilen tenörleri ışığı altında dağıtılmıştır.

a) 2.000 - 0.84 mm fraksiyonu :

Cevher	% M	MnO ₂ %	MhO ₂ Yerimi
Manyetik	79.75	78.60	90.64
Non-Manyetik	20.25	31.95	9.36
Toplam	100.00	69.14	100.00

Manyetik aksamdaki aktivite : 8.0

Bilahere manyetik kısım 2 amper ve 80 Voltta iki defa geçirilmiştir. Kuvvetli manyetik (M[^], Orta Manyetik (M₂) ve zayıf manyetik (M₃) olarak Manyetik kısım tenor yükseltmek gayesiyle üçe ayrılmıştır.

Cevher	% N	MnO ₂	MQO ₂ Yerlmi
M ₁	64.28	82.57	67.53
M ₂	19.45	78.10	19.32
M ₃	16.47	63.51	13.15
Manyetik	100.00	78.60	100.00

Elde edilen kuvvetli Manyetik kısmın aktivitesi (M[^] aktivitesi 8.4 dür.

b) 0.841 - 0.297 mm fraksiyonu :

2.000 - 0.841 mm fraksiyonundaki şartlar aynı kalmak üzere deney tekrarlanmıştır. Aşağıdaki neticeler elde edilmiştir.

İlk ayırmada : (2.4 A/95 V) x 2

Cevher	% N	MnO ₂ %	MnO ₂ , Verimi
Manyetik	83.25	80.87	95.05
No-Man.	16.75	20.81	4.92
Toplam	100.00	70.81	100.00

Elde edilen Manyetik aksamdaki aktivite 8.2'dir.

İkinci ayırmada : (2A/80 V) x 2

Cevher	% N.	MnO ₂ %	MnO ₂ Verim!
M ₁	51.74	84.29	53.92
M ₂	40.92	79.14	40.04
M ₃	7.34	66.44	6.04
Manyetik	100.00	80.87	100.00

Elde edilen kuvvetli manyetik kısmın (M₁) aktivitesi: 8.5

c) 0.297 - 0.074 mm fraksiyonu :

Yukarıdaki diğer iki deneydeki şartlar aynı kalmak üzere deney tekrarlanmıştır.

Aşağıdaki neticeler elde edildi.

Cevher	% N	MnO ₂ %	MnO ₂ Verimi
Manyetik	74.40	82.35	90.36
Non-Manyetik	25.60	25.53	9.64
Toplam	100.00	67.80	100.00

Elde edilen manyetik kısımdaki aktivite 8.4'dür.

İkinci ayırmada : (2A/80 V) x 2

Cevher	% N.	MnO ₂ %	MnO ₂ Verimi
M ₁	35.47	86.59	37.29
M ₂	57.07	80.76	55.96
M ₃	7.46	74.36	6.75
Manyetik	100.00	82.35	100.00

Elde edilen kuvvetli Manyetik kısmı (M₁) aktivitesi 8.8 :

Prosesin Toplam gösterimi :

a) 2.00 - 0.841 mm fraksiyonu :

Cevher	% N	MnO ₂ %	Verimi
M ₁	51.26	82.57	61.21
M ₂	15.51	78.10	17,51
M ₃	12.97	63.51	11.92
Non-Man	20.26	31.95	9.36
Toplam	100.00	69.14	100.00

b) 0.841-0.297 mm fraksiyonu

Cevher	% N	MnO ₂ %	MnO ₂ Verimi
M ₁	43.07	84.29	51.27
Ma	34.06	79.14	38.07
M ₃	6.11	66.44	5.74
Non-Man	16.76	20.81	4.92
Toplam	100.00	70.81	100.00

c) 0.297-0.074 mm fraksiyonu :

Cevher	% N	MnO _j %	MnO _j Verimi
	26.39	86.59	33.70
Ma	42.46	80.76	50.57
M ₃	5.56	74.36	6.10
Non-Man	25.59	25.53	9.63
Toplam	100.00	67.80	100.00

Total Manyetik Ayırma Süresi Özeti :

Ayrılan Cevher	% N	MnO ₂ %	MnO ₂ Verimi
Konsantre	71.59	80.45	83.40
Artık	18.41	26.33	7.02
—200	10.00	66.12	9.58
Tuvenan	100.00	69.05	100.00

Elde edilen neticeye göre; % 83.40 verimle % 80.45 MnO₂ içeren bir manganez konsantresi elde edilmiştir. Elde edilen konsantrenin aktivitesi 8.5 civarındadır.

Bölüm : II

Manyetik ayırma deneyleri ikinci kez, laboratuvar tipi yüksek alan şiddetli, Kuru manyetik alanlı endüstri silindirik (Endüstri Roll) manyetik separatöründe yapılmıştır.

Manyetik ayırmaya verilecek cevher birinci bölümde olduğu gibi 10 mm lik bir elekten öncelikle elenmiştir. Elek üstü bir santimetre altına kırıcıda (çeneli) kırılmıştır. Elek altı 4.7 mm lik ikinci bir elekten geçirilerek elek üstü bu kez konili kırıcıda kırılmıştır. Üçüncü etapta malzeme iki mm lik eleğe verilmiştir. Elek üstünde kalan kısım merdaneden geçirilerek yeniden aynı eleğe verilmiştir. Bütün cevher 2 mm nin altına toplanmıştır. Merdanede cevheri fazla inceye geçirmemek için kademeli eleme yapılmıştır. Bu mahsulün elek analizi ve elek fraksiyonlarındaki MnO_2 içerikleri aşağıda verilmiştir.

Tane Boyutu mim	% N	So/oNI, '	MnO ₂ %	MnO ₂ Verimi
+2.000	—	—	—	—
2.000—0.841	42.49	42.49	69.25	45.63
0.841—0.297	27.19	69.68	70.04	27.58
0.297—0.210	6.57	76.25	69.52	6.61
0.210—0.149	2.86	79.11	70.85	2.93
0.149—0.105	4.35	83.46	69.50	4.37
0.105—0.074	3.64	87.10	65.61	3.48
—0.074	12.90	100.00	66.40	12.40
Toplam	100.00		69.05	100.00

Manyetik Ayırma Zenginleştirme Deneyleri :

2 mm'in altına geçirilen cevherden alınan 1500 gr'lık numune 2.00 - 0.841, 0.841 - 0.297, 0.297 - 0.074 ve 0.074 mm fraksiyonlarına ayrıldığında elde edilen neticeler aşağıda verilmiştir.

Tane Boyutu nam	% N	E%N4	MnO ₂ %	MaO ₂ Verimi
2.00 —0.841	42.49	42.49	69.25	42.63
0.841—0.297	27.19	69.68	70.04	27.58
0.297—0.074	17.42	87.10	68.91	17.39
—0.074	12.90	100.00	66.40	12.40
Toplam	100.00		69.05	100.00

Her üç fraksiyonda çalışmalar sırasında malzeme beslenmesi homejen olarak ve yavaş bir şekilde yapılmıştır. Separatördeki endui roto hızı 88.0 d/d da sabit tutulmuştur. Rotor ayarı bu tip separatörlerde doğrudan doğruya kapasiteyi ilgilendirdiği için, bu ayar çalışmalar sırasında deneylerin dışında bırakılmıştır.

Laboratuvar deneylerinde denen en alternatifler, separator amper ayarı, ayarlı kutup ile endui rotor arasındaki aralık mesafesi ve bıçak ayandır. Deneyler sırasında bir alternatif bir fraksiyon için denenirken diğer tüm ayarlar sabit tutulmuştur. Bütün bıçak açısı değerleri hareketli kutup yönündedir.

a) 2.000 - 0.841 mimi fraksiyonu :

— Amper ayarı :

Bıçak açısı 25°

Ayarlı kutup aralığı 3 mm

1) Amper — 2

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Man	30.04	82.13	35.63
Non	69.96	63.70	64.37
Toplam	100.00	69.24	100.00

2) Amper — 4

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Man	51.42	78.56	58.32
Non	48.58	59.41	41.68
Toplam	100.00	69.26	100.00

3) Amper — 5

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Man	64.10	78.27	72.45
Non	35.90	53.14	27.55
Toplam	100.00	69.25	100.00

- Bıçak ayarı :
Ayarlı kutup aralığı : 3 mm
Amper : 3 (105 V)

1) Bıçak açısı : 12°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	8.90	84.53	10.85
Non-Man	91.10	67.77	89.15
Toplam	100.00	69.26	100.00

2) Bıçak açısı : 19°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	17.66	81.55	20.80
Non-Man	82.34	66.61	79.20
Toplam	100.00	69.25	100.00

3) Bıçak açısı : 25°

	% N	% MnS ₂	MnO ₂ V
Manyetik	37.18	81.08	43.53
Non-Man	62.82	62.24	56.47
Toplam	100.00	69.26	100.00

4) Bıçak açısı : 33°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	80.72	74.34	86.68
Non-Man	19.28	47.86	13.32
Toplam	100.00	69.26	100.00

— Ayarlı kutup aralığı mesafesi ayarı :

Amper : 3 (107 Volt)

Bıçak açısı :25°

1) Aralık : 2.5 mm.

	% N	% MnO ₂	MoO ₂ V
Manyetik	78.70	80.25	91.14
Non-Man	21.30	28.82	8.86
Toplam	100.00	69.26	100.00

2) Aralık : 3 mm.

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	37.18	80.97	43.47
Non-Man	62.82	62.31	56.53
Toplam	100.00	69.25	100.00

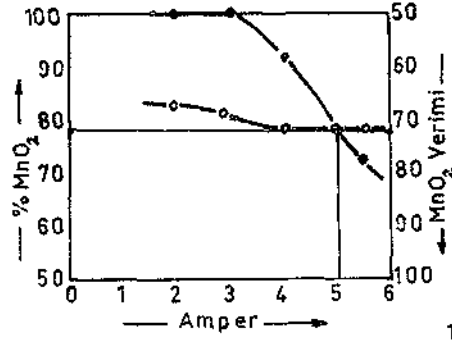
3) Aralık : 4 mm.

	% N	% MnD ₂	MmOijV
Manyetik	21.92	81.02	25.64
Non-Man	78.08	65.95	74.36
Toplam	100.00	69.25	100.00

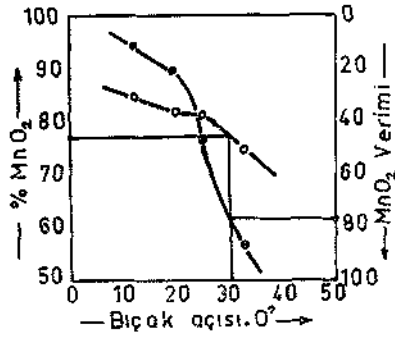
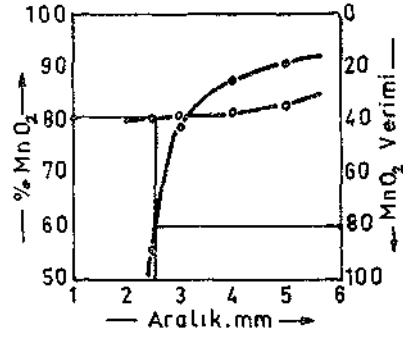
4) Aralık : 5 mm.

	% N	% MnO ₂	MmO ₂ V
Manyetik	16.20	82.58	19.32
Non-Man	83.80	66.66	80.68
Toplam	100.00	69.24	100.00

Amper ayarı, bıçak ayarı ve ayarlı kutup aralığı mesafesi ayarı alternatiflerinin seperasyondan alınan neticeleri eğriler halinde Tablo - 1 gösterilmiştir.



○ MnO₂ Tenör eğrisi
● MnO₂ Verimi eğrisi



TABLO . 1

2.000 - 0.841 mm fraksiyonu için yapılan deneylerin neticesinde, manyetik aksam için en iyi MnO₂ verimi ile en iyi MnO₂ içeriği veren şartlar tespit edilmiştir. Bu değerler altında cevher Manyetik ayırıcıdan geçirildiğinde :

Ayarlı kutup aralığı mesafesi : 2.5 mm.

Amper : 5 A (185 Volt)

Bıçak açışı : 30°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	73.37	79.26	83.98
Non-Man	26.63	41.66	16.02
Toplam	100.00	69.25	100.00

b) 0.841 - 0.297 mm fraksiyon« :

— Amper ayarı :

Bıçak açısı : 25°

Ayarlı kutup aralığı : 3 mm.

1) Amper — 1

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	54.05	86.34	66.65
Non-Man	45.95	50.82	33.35
Toplam	100.00	70.02	100.00

2) Amper — 2

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.33	82.47	82.81
Non-Man	29.67	40.57	17.19
Toplam	100.00	70.04	100.00

3) Amper — 3

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.39	81.17	81.59
Non-Man	29.61	43.54	18.41
Toplam	100.00	70.03	100.00

4) Amper — 4

	% N	% HnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	83.28	78.26	93.06
Non-Man	16.72	29.06	6.94
Toplam	100.00	70.03	100.00

— Bıçak ayarı :

Ayarlı kutup aralığı : 3 mm.

Aper : 2 (73 V)

1) Bıçak açısı : 0°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	37.41	87.15	46.55
Non-Man	62.59	59.81	53.45
Toplam	100.00	70.04	100.00

2) Bıçak açısı : 12°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	75.26	81.62	87.72
Non-Man	24.74	34.76	12.28
Toplam	100.00	70.03	100.00

3) Bıçak açısı : 20°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	80.73	80.35	92.60
Non-Man	19.27	26.87	7.40
Toplam	100.00	70.04	100.00

4) Bıçak açısı : 25°

	% M	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.33	82.47	82.81
Non-Man	29.67	40.57	17.19
Toplam	100.00	70.04	100.00

— Ayarlı kutup aralığı mesafesi ayarı :
Amper 2 (73 Volt)
Bıçak acısı 25°

1) Aralık : 1 mm.

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	90.21	74.56	96.04
Non	9.79	28.28	3.96
Toplam	100.00	70.03	100.00

2) Aralık : 2 mm.

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	82.47	76.07	89.57
Non	17.53	41.66	10.43
Toplam	100.00	70.04	100.00

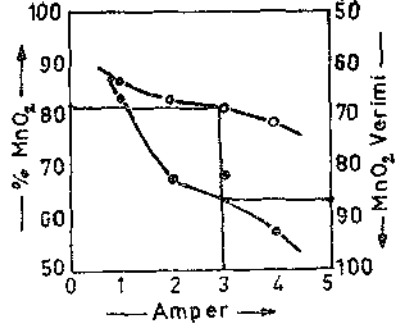
3) Aralık : 3 mm.

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.33	82.47	82.81
Non	29.67	40.57	17.19
Toplam	100.00	70.04	100.00

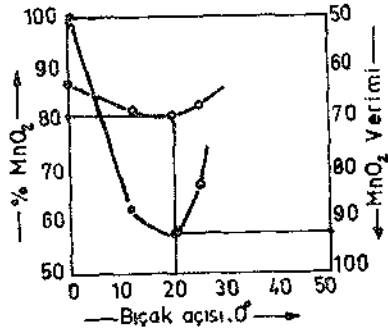
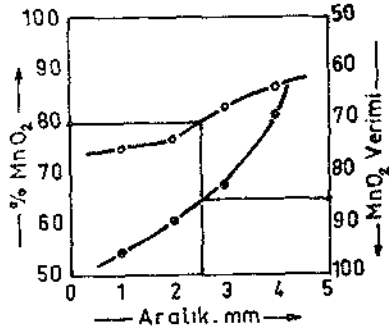
4) Aralık : 4 mm.

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	55.75	86.38	68.76
Non	44.25	49.43	31.24
Toplam	100.00	70.03	100.00

Amper ayarı, bıçak ayarı ve ayarlı kutup aralığı mesafesi ayarı alternatiflerinin manyetik ayırıcıdan alınan neticeleri eğriler halinde Tablo - 2'de gösterilmiştir.



○ MnO₂ Tenör eğrisi
● MnO₂ Verimi eğrisi



TABLO. 2

En İyi Şartların Tespiti :

0.841 - 0.297 mm fraksiyonu için yapılan deneylerin neticesinde, manyetik ürün için en iyi MnO₂ verimi ile en iyi MnO₂ içeriği veren şartlar tespit edilmiştir. Saptanmış olan değerler altında cevher separatörden geçirildiğinde :

Ayarlı kutup aralığı mesafesi 2.5 mm.
Amper 3 (107 Volt)
Bıçak açısı 20°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ Verimi
Manyetik	75.04	81.40	87.21
Non. Man.	24.96	35.89	12.79
Toplam	100.00	70.04	100.00

c) 0.297 - 0.074 mim Fraksiyon« :

— Amper Ayarı :

Bıçak açısı 25°

Ayarlı kutup aralığı 3 mm.

1) Amper : 1

	% M	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	63.19	84.40	77.39
Non	36.81	42.31	22.61
Toplam	100.00	68.91	100.00

2) Amper : 2

	% N	% Mn(€) ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.58	84.16	86.66
Non	29.42	32.27	13.78
Toplam	100.00	68.90	100.00

3) Amper : 3

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	74.74	83.18	90.20
Non	26.26	• 26.73	9.80
Toplam	100.00	68.92	100.00

4) Amper : 4

	% N	% MnO_3	MnO_2V
Manyetik	83.06	80.26	96.74
Non	16.94	13.26	3.26
Toplam	100.00	68.91	100.00

— Bıçak Ayarı :

Ayarlı Kutup Aralığı 2 mm.

Amper 3 A

1) Bıçak açısı : 0°

	% N	% MnO_2	MnO_2V
Manyetik	57.47	87.37	72.87
Non	42.53	43.96	27.13
Toplam	100.00	68.91	100.00

2) Bıçak açısı : 12°

	% N	% MnO_2	MnO_2V
Manyetik	69.32	65.55	86.04
Non	30.68	31.35	13.96
Toplam	100.00	68.92	100.00

3) Bıçak açısı : 20°

	% N	% MnO_2	MnO_2V
Manyetik	76.02	83.21	91.79
Non	23.98	23.58	8.21
Toplam	100.00	68.91	100.00

4) Bıçak açısı : 25°

	% N	% MnO_2	MnO_2V
Manyetik	79.03	81.50	93.47
Non,	20.97	21.46	6.53
Toplam	100.00	68.91	100.00

5) Bıçak açısı : 33°

	% N	% Mn ₂ O ₃	MnO ₂ V
Manyetik	83.91	79.02	96.19
Non	16.09	16.29	3.81
Toplam	100.00	68.92	100.00

— Ayarlı Kutup aralığı mesafesi ayarı :

Amper : 3 A

Bıçak açısı : 25°

1) Aralık : 1 mm

	% N	% MnÖ ₂	MnÖ ₂ V
Manyetik	80.55	79.89	93.39
Non	19.45	23.43	6.61
Toplam	100.00	68.91	100.00

2) Aralık : 2 mm

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	78.80	81.78	93.51
Non	21.20	21.10	6.49
Toplam	100.00	68.92	100.00

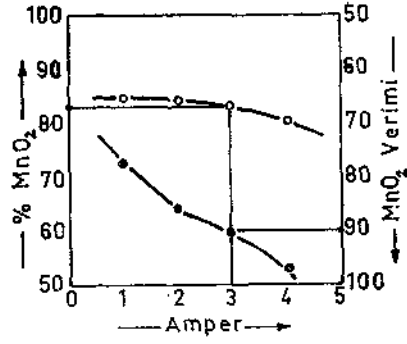
3) Aralık : 3 mm

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	74.71	83.45	90.47
Non	25.29	25.95	9.53
Toplam	100.00	68.91	100.00

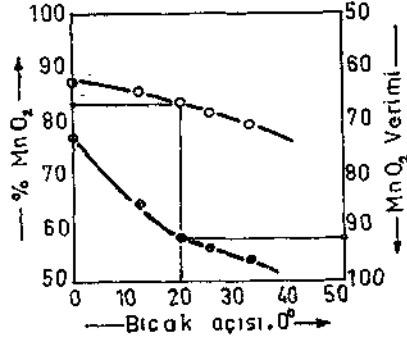
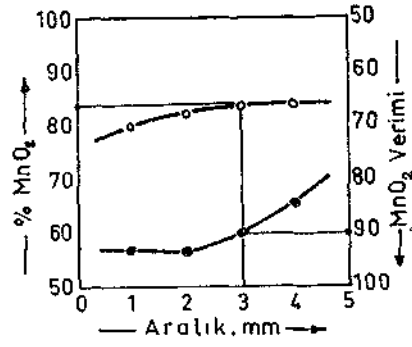
4) Aralık : 4 mm

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ V
Manyetik	70.12	83.45	84.90
Non	29.88	37.67	15.10
Toplam	100.00	68.92	100.00

Amper ayarı, bıçak ayarı ve ayarlı kutup aralığı mesafesi ayarı alternatiflerinin separasyonda alınan neticeleri eğriler halinde Tablo - 3'de gösterilmiştir.



○ MnO₂ Tenör eğrisi
● MnO₂ Verim eğrisi



TABLO . 3

En iyi Şartların Tespiti :

0.297-0.074 mm fraksiyonu için yapılan deneylerin neticesinde, manyetik ürün için en iyi MnO₂ verimi ile en iyi MnO₂ içeriği veren şartlar tespit edilmiştir. Bu değerler altın-
da cevher Manyetik ayırıcıdan geçirildiğinde :

Ayarlı Kurup aralığı mesafesi 3 mm.
Amper 3 (107 Volt)
Bıçak açısı 20°

	% N	% MnO ₂	MnO ₂ Verimi
Manyetik	75.84	83.42	91.82
Non-Man.	24.16	23.34	8.18
Toplam	100.00	68.91	100.00

Total Manyetik Äyımna Süreci Özeti :

Cevher	% N	% MN0 ₂	Mn0 ₂ Yerimi
Konsantre	64.80	80.78	75.82
Artık	22.30	36.45	11.78
— 200	12.90	66.40	12.40
Tuvenan	100.00	69.04	100.00

S onuç:

Erzincan - iliç manganez cevherinin yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılarda yapılan manyetik ayırma deneyleri olumlu neticeler vermiştir. Manyetik ayırıcılarda çalışılan numuneler yatağın genellikle üst kotlarından alınmıştır. Genellikle yatakta cevher kalitesi alt kotlara inildikçe artmaktadır. Manganez içeriği yer yüzü mostralalarında % 40 - 43 iken, orta kodlarda % 45 - 46'ı ve tabanda ise manganez içeriği % 50 - 52'i bulmaktadır. Bu yatağı karakterize eden ve ortalama manganez içeriği taşıyan cevherlerle yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılarda çalışıldığı takdirde tebliğide elde edilen neticelerin üzerine çıkılacağı bir gerçektir.

Gerek endui silindirli manyetik ayırıcıda ve gerekse döner silindirli bantlı manyetik ayırıcıda elde edilen magnetik ürünün Mn0₂ içeriği ve konsantre verimi aynıdır. Her iki ayı-

ricıdan elde edilen magnetik ürünün ortalama MnO_2 içeriği % 80.50 olup, verimi % 80 civarındadır.

Elde edilen % 80.50 MnO_2 içeriği, pil endüstrisi için kabul edilen bir değerdir. Bu yüzdenin daha da arttırılması tablo değerlerinden mümkün olabileceği açıktır. Ancak MnO_2 miktarının artışı verim düşüklüğüne neden olacaktır. Pil endüstrisinin istediği koşullarda elde edilen magnetik ürünün yükseltilmesine bir gerek yoktur. Zira elde edilen % 80.50 MnO_2 içeriği ihtiva eden magnetik ürünün aktiviteside oldukça yüksektir. Bu değer 8.5 - 9.0 arasındadır.

Bibliyografik Tanıtım:

- (1) Demirden Gayri Metaller Metalürjisi W.H. Dennis. Çeviren: Prof. Dr. H. Erman Tulgar. İstanbul - 1974
- (2) Hamamcıoğlu A. 1964 Arazi Çalışmaları Raporu. M.T.A.
 - Manganese, Bureau of Mines, Reprint from Bulletin 650. 1970
 - Manganese, Bureau of Mines Mineral Yearbook Reprint from the 1972
 - Thermodynamic Properties of Manganese and its compounds. By Alla D. Mah. RI. 5600 Bureau of Mines report of investigations.
 - Wet Magnetic Separation of Weakly magnetic Minerals. J.E. Lawver Sc. D., and D.M. Hopstock, Ph. D. Mineral Resources Research Center, University of Minnesota, Minneapolis, Minn. 55455, U.S.A. July. 1974
 - A guide to the known minerals of Turkey. C.W. Ryan-Mining Engineer December. 1957. Ankara
 - Maden Tetkik ve Arama Endüstitüsü Dergisi Ekim 1971 Sayı: 77
 - Türkiye Manganez Yatakları 1965 M.T.A. Yayınları No: 120 Ankara
 - A Mineral-Dressing Study of Manganese Deposits of the Batesville, Ark, District Bureau of Mines Report of Investigations 5301 January 1957
 - Scientific American, High-Gradient Magnetic Separation by Henry Kolm, John Ozerteuffer and David Kelland November 1975

- Magnetic Separation : A Review of Principles, Devices, and Applications. John A. Oberteuf fer June. 1974
- Aydoganli, O. Giivenirgil, E. 1966 Türkiye Manganez Envanteri M.T.A. Raporu. No: 3919 Ankara.

**TÜMÜYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

YÜKSEK ALAN ŞİDDETLİ
MANYETİK AYIRICILARIN
CEWHER HAZIRLAMA
ENDÜSTRİSİNDE KULLANILIŞI

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

YÜKSEK ALAN ŞİDDETLİ MANYETİK
AYIRICILARIN CEVHER HAZIRLAMA
ENDÜSTRİSİNDE KULLANILIŞI

Güven ÖNAL *

Ö z e t :

Bu tebliğde yüksek alan şiddetli manyetik ayırma ve prensipleri kısaca incelenip, halen cevher hazırlama endüstrisinde kullanılmakta olan ayırıcılar genel olarak açıklanarak, yüksek alan şiddetli manyetik ayırmanın bugünkü ve gelecekteki uygulamasına değinilmektedir.

S u m m a r y :

This paper presents a survey of high - intensity magnetic separation. The principles involved are briefly discussed. Some currently available high-intensity separators and their characteristics are illustrated. Present and future applications of high-intensity magnetic separation in industrial mineral beneficiations are indicated.

(*) Doç. Dr. Maden Yük. Müh. I.T.Ü. Maden Fakültesi Cevher Hazırlama Kürsüsü Öğretim Üyesi

I — Giriş :

Manyetik ayırma, demirin uzaklaştırılması ve demir cevherlerinin konsantrasyonu için 1850 lerden beri bilinen eski bir yöntemdir. Klasik manyetik ayırıcıların kullanılışı uzun süre kuvvetli manyetik malzemelerin ayrılması ile sınırlı kalmıştır. Cevher hazırlama endüstrisinde etkili olarak kullanılan ilk manyetik ayırıcı, 1908 yıllarında geliştirilen, yüksek alan şiddetli ve kuru olarak çalışan, endüstriyel ayırıcıdır. Bu ayırıcı, cam kumlarının temizlenmesinde, wölframit ve kalay zenginleştirmede kullanılmıştır. Yüksek alan şiddetli kuru manyetik ayırıcılar, uzun yıllar önce cevher hazırlama endüstrisine girmiş olmalarına rağmen, gerek çalışma koşullarının kurutma, boyuta göre sınıflandırma gibi ön işlemleri gerektirmesi, gerekse, 0.1 mm boyutu altında verimli olarak çalışmamaları nedeni ile geniş bir uygulama alanı bulamamışlardır.

1960 yılında Jones tarafından geliştirilen, 1970 den sonra da endüstriyel düzeyde imalatı büyük aşama gösteren, yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcılar, ön hazırlık işlemlerinin ortadan kalkmasını ve çok düşük manyetik duyarlılığı olan minerallerin bile; bir kaç mikron boyuta kadar verimli olarak ayrılabilmesini mümkün kılmışlardır. Belirtilen özellikleri nedeni ile cevher hazırlama endüstrisinde, şimdiden geniş bir uygulama alanı bulan yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıların, yakın bir gelecekte bazı klasik proseslerin yerini alması beklenmektedir.

Cevher hazırlama açısından, yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılarla ayrılacak elementler ve zenginleştirilebilecek cevherler Tablo : 1 de görülmektedir. Halen devam eden araştırmaların tablodaki sayıyı daha da arttırması beklenebilir.

Tablo 1 — Yüksek Alan Şiddetli Manyetik Ayırmanın Uygulama Alanı

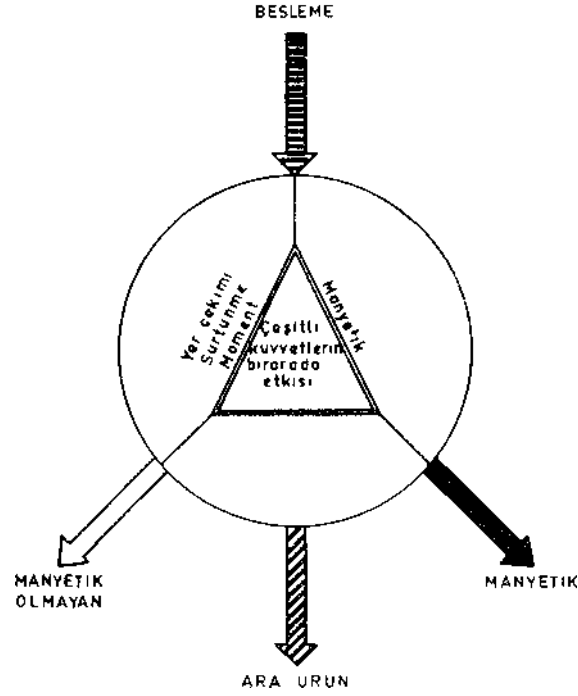
Krom	Çinko	Radyum
Kolombiyum	Lityum	Skandiyum
Demir	Civa	Gümüş
Mangan	Toryum	Tellür
Molibden	Uranyum	Talyum
Nikel	Kobalt	Zirkon
Renyum	Vanadyum	Kyanit
Tantal	Antimuan	Asbest
Alüminyum	Berilyum	Grafit
Tungsten	Arsenik	Feldspat
Germanyum	Bizmut	Talk
Hafniyum	Kadmiyum	Mika
Nadir topraklar	Bakır	Kükürt
Kalay	Galyum	Elmas
Titanyum	Altın	Garnet
İtriyum	İndiyum	Kil
Baryum	Kurşun	Kömür
Platin	Magnezyum	

II — Yüksek Alan Şiddetli Manyetik Ayırmanın Genel Prensipleri

Yüksek alan şiddetli manyetik ayırma, çeşitli kuvvetlerin bileşke etkilerine dayanan ve bireysel parçalara uygulanan, fiziksel bir ayırma yöntemidir. Etkili kuvvetler :

- Manyetik kuvvetler
- Yerçekimi kuvveti
- Sürtünme kuvveti
- Moment kuvveti
- Hidrodinamik kuvvetler
- Çekici veya itici, parçalar arası kuvvetler

olarak sıralanabilir. Manyetik, yerçekimi, sürtünme, moment ve hidrodinamik kuvvetler, parçaların ayrılmasını arttırıcı, parçalar arası kuvvetler ise azaltıcı etki gösterirler. Çeşitli manyetik ayırıcılarda, bu kuvvetlerin etkileri farklı olmaktadır. Örneğin, hidrodinamik kuvvetler, sadece, yaş manyetik ayırıcılarda söz konusudur. Çeşitli kuvvetlerin etkilerini gösteren genel bir şem'a Şekil : 1 de verilmektedir.



Şeıdl : 1 Bir Manyetik Aymanın, Genel Prensip Açısından Şematik Gösterilişı

Manyetik ayırmada, en büyük ayırma etkisi, manyetik alan şiddeti ile orantılı olan, manyetik kuvvetlerden ileri gelmektedir. Manyetik alan şiddeti 10.000 gaus'a kadar, düşük alan şiddeti, 10.000 gaus üstünde ise, yüksek alan şiddetli manyetik ayırma koşulları ortaya çıkmaktadır. Pilot düzeyde 60.000 gaus alan şiddetli manyetik ayırıcıların geliştirilmesine rağmen, günümüzdeki endüstriyel uygulama 30.000 gaus civarında olmaktadır.

Çeşitli minerallerin demire göre manyetik duyarlılıkları ve ayrılmaları için gerekli manyetik alan şiddetleri Tablo : 2 de görülmektedir.

Tablo 2 — Minerallerin Manyetik Duyarlık ve Ayrılma Alan Şiddetleri

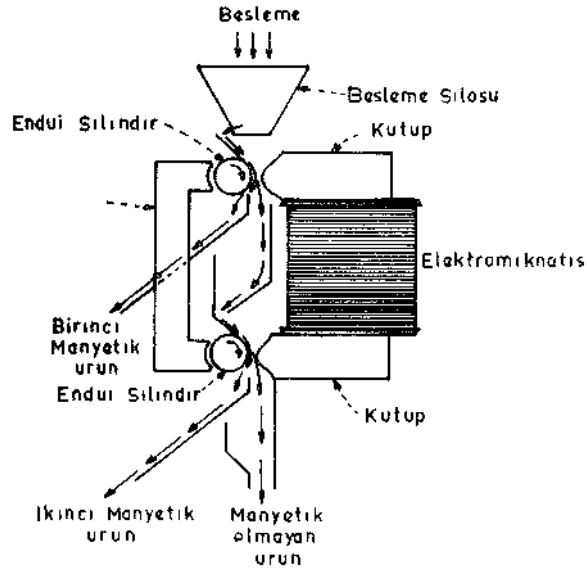
Alan şiddeti Gaus	Duyarlılık	Manyetik Mineraller
	KUVVETLİ MANYETİK	
500	Demir	100
	Manyetit	40.19
	Franklinit	33.49
	Lösit	17.50
	Silikon	17.42
5000	Pirotit	15.43
	ORTA DERECEDE MAN.	
5000	Ilmenit	11.67
	Biotit	8.90
	Garnet	6.68
10000	Wolfomit	5.68
	ZAYIF MANYETİK	
10000	Hematit	4.64
	Kolombit	4.08
	Limonit	3.21
	Krom	3.12
	Pirülüzit	2.61
	Rodokrozit	1.93
	Siderit	1.82
18000	Manganit	1.36
	ÇOK ZAYIF MANYETİK	
18000	Rutil	0.93
	Rodonit	0.76
	Dolomit	0.57
	Kalamin	0.51
	Tantalit	0.40
	Serüzit	0.30
	Epidot	0.30
	Monozit	0.30
	Fergusömt	0.29
	Zirkon	0.28
	Serai jirit	0.28
	Arjantit	0.27
	Orpiment	0.24
	Pirit	0.23
	Sfalerit	0.23
	Molipdenit	0.23
	Bornit	0.22
	Tetrahedrit	0.21
23000	Selit	0.15

III — Cevher Hazırlama Endüstrisinde Kullanılan Yüksek Alan Şiddetli Manyetik Ayırıcılar

Günümüz uygulamasında, başlıca 10 firma tarafından imal edilen ve prensip yönünden birbirinden farklı olmayan yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılar kullanılmaktadır. Bunlardan en çok rastlanan kuru ve yaş iki ayırıcı aşağıda incelenmektedir.

Enjiui Silindirli Manyetik Ayırıcı

Şem'ası Şekil : 2 de görülen endui silindirli manyetik ayırıcı, kuru olarak çalışır ve yüksek alan şiddetlidir.



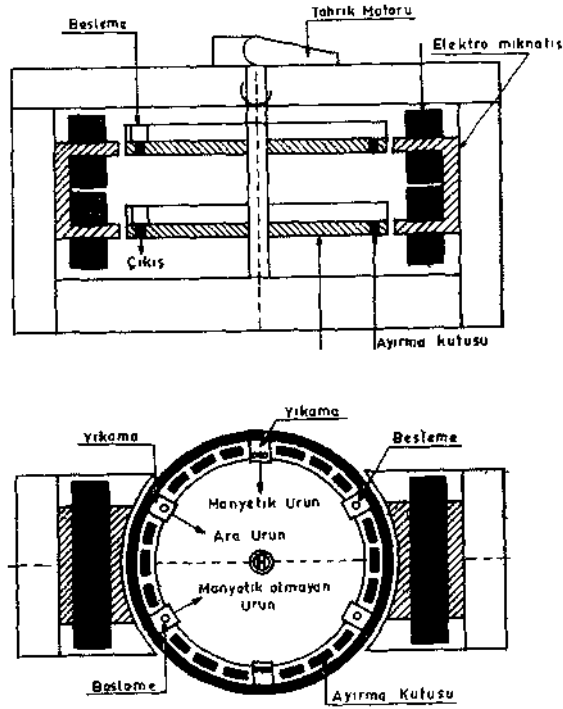
Şekil : 2 Endui Silindirli Manyetik Ayırıcının Şem'ası

Özellikleri

Alan şiddeti	: Max 18.000 gaus
Beslenen Tane Boyutu	: 3 mm ile 0.1 mm arası
Kapasite	: Malzeme cinsi, boyutu ve ayırıcı büyüklüğüne bağlı olarak; 1-6 ton/saat
Enerji Sarfı	: Ayırıcı büyüklüğüne bağlı olarak 1.4-2.4 kW. Saat

Jones Manyetik Ayırıcısı

Şem'ası Şekil : 3 de görülen Jones ayırıcısı, yağ olarak çalışır ve yüksek alan şiddetlidir.



Şekil : 3 Jones Manyetik Ayırıcısının yan, ve üst kesit şem'aları

Özellikleri

Alan Şiddeti _ : Max 30.000 gauss

Beslenen Tane Boyutu : 3 mm ile bir kaç mikron arası

Beslenen Pülp Yoğunluğu : % 2 ile % 40 katı arasında malzeme cinsi, boyutu, pülp yoğunluğu ve ayırıcı büyüklüğüne bağlı olarak, 4 -120 ton/Saat

Enerji Sarfı : Ayırıcı büyüklüğüne bağlı olarak 8 - 23 kW saat

IV — Yüksek Alan Şiddetli Manyetik" Ayırmanın Bugünkü Gelecekteki Uygulaması

Günümüzdeki en büyük uygulama, Jones yaş manyetik ayırıcıları kullanılarak, yılda 30 milyon ton hematit zenginleştirme ile Brezilya'da yapılmaktadır. İkinci büyük uygulama ise yılda 2 milyon ton Kaolin zenginleştirmeyle A.B.D. dedir. Ülkemizde de krom konsantrasyonu (Kefdağı) ve cam kumu hazırlamada (Şişe cam fabrikaları) yüksek alan şiddetli kuru manyetik ayırma uygulanmaktadır. Diğer uygulama alanları aşağıda incelenmektedir.

- Ferrit veya demir tozu üretmek üzere, çok yüksek tenörlü hematit konsantreleri elde edilmesinde,
- Manyetik **empüritelerin** kasiterit konsantrelerinden uzaklaştırılmasında,
- Asbest içkideki ince boyutlu manyetik empüritelerin uzaklaştırılmasında,
- Fosfat cevherlerindeki hematit'in uzaklaştırılmasında,
- Şelit konsantrelerindeki manyetik empüritelerin uzaklaştırılmasında,
- Talk içindeki empüritelerin uzaklaştırılmasında
- Faldspat veya silis kumu içindeki manyetik empüritelerin uzaklaştırılmasında,
- Kyanit zenginleştirmede,
- Uranyum cevherlerinin zenginleştirilmesinde,
- Kolombit zenginleştirmede,
- Sahil kumlarındaki ağır minerallerin kazanılmasında,
- Wolframit zenginleştirmede,
- Mika zenginleştirmede.

Günümüzde süregelen araştırma ve pilot çalışmalar, yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıların, önümüzdeki yıl-

larda, Takonitik demir cevherlerinin zenginleştirilmesi, mangan cevherlerinin zenginleştirilmesi klasik krom konsantrasyonu tesislerinin 0.1 mm altındaki artıklarından kromitin kazanılması, kömür içindeki pirit, markasit gibi empuritelerin uzaklaştırılması ve pirit zenginleştirilmesi işlemlerinde de kullanılacağını göstermektedir.

1972 yılı rakamları gözönüne alındığında, 120 ton/saat kapasiteli bir Jones manyetik ayırıcısı kullanıldığında, yatırım ve işletme maliyeti konsantre tonu başına 4 TL. olmaktadır. Kapasite azaldıkça maliyet artmakta ve 6 ton/saat kapasiteli manyetik ayırmada, konsantre ton maliyeti 9 TL. ye yükselmektedir.

V — Sonuç

Görüldüğü gibi, yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıların, özellikle, yaş çalışanların, gelişmesiyle cevher hazırlama endüstrisinde yeni bir çağır açılmaktadır. Yeni yöntem, birçok klasik prosesin yerini aldığı gibi, ekonomik olarak zenginleştirilmesi mümkün olmayan birçok cevher yatağının değerlendirilmesini de sağlamaktadır.

Konuya ülkemiz açısından bakıldığında, yüksek alan şiddetli manyetik ayırmanın, demir cevheri dar boğazını aşmada önemli bir yer tutacağı ve bugüne dek değerlendirilemeyen Çamdağ tipindeki demir cevherlerimizin ekonomik olarak zenginleştirilebileceği söylenebilir. Bunun dışında, krom konsantrasyonu tesislerinin, 0.1 mm altındaki artıklarında ekonomik olarak değerlendirilmesi mümkün görülmektedir. Mangan cevherlerimizden batarya endüstrisinde kullanılacak özellikte konsantreler sağlanması, çeşitli endüstriyel minerallerin (kil minarelleri, feldspat, kyanit, asbest gibi) demirli empuritelerinden arındırılması işlemlerinde de, etkili olarak kullanılabileceği görüşündeyiz.

R e f e r a n s l a r :

- 1 — JONES, G.H. «Wet Magnetic Separator for Feebly Magnetic Minerals: Description and Theory» Proceedings, 5. International Mineral Processing Congress. LONDON 1960 S. 717-732
- 2 — KELLAND, *DM.* «High Gradient Magnetic Separation applied to Mineral Beneficiation» IEEE Trans. Magn., Vol. MAG-9 No 3 1973 S. 307-310
- 3 — LAWVER, J.E., HOPSTOCK, D.M. «Wet magnetic Separation of Weakly Magnetic Minerals» Minerals Sei. Eng, Vol. 6 No. 3 1974 S. 154-172
- 4 — MOIR, D.N. «Recent Developments In Mineral Processing and Their Economic Implications» Interregional Seminar on Economics of Mineral Engineering» 1975, ANKARA
- 5 — OBERTEUFFER, J.A. «High Gradient Magnetic Separation» IEEE Trans. Magn. Vol. MAG-9 No : 3. 1973 S. 303-306
- 6 — OBERTEUFFER, J. A. «Magnetic Separation: A Review of Principles, Devices, and Applications» IEEE Trans. Magn. Vol. MAG-10, 1974 S. 223-238
- 7 — PRYOR, EX «Mineral Processing» Elsevier Publis. Co. Ltd. LONDON 1965, S. 571-587
- 8 — TRINDADE, S.C., KOLM H.H. «Magnetic Dusulfurization of Coal» IEEE Trans. Magn. Vol. MAG-9 No : 3, 1973 S. 310-313

**TÜRKİYE MADENİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.ds1 salonu/ankara

KARADENİZ
BAKIR İŞLETMELERİ
ÇAKMAKKAYA KONSANTRATÖRÖNDE
FLOKÜLASYONLA BERRAK
SU ELDE EDİLMESİ

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

KARADENİZ BAKIR İŞLETMELERİ
ÇAKMAKKAYA KONSANTRATÖRÜNDE FLOKÜLASYONLA
BERRAK SU ELDE EDİLMESİ

Baki YARAR* Zeki M. DOĞAN'

Özet

Karadeniz Bakır İşletmeleri Çakmakkaya Konsantratöründe baskı flotasyon artığının çökme özelliğine poliakrilamid kökenli flokülantların etkisi ve berrak su elde etme şartları incelenmiştir. Böylece elde edilen suyun flotasyona olumsuz etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

Summary

The effects of Polyacrylamides on the settling characteristics of bulk - flotation tailing of a low grade copper ore at the Flotation Plant of Karadeniz Copper Co. and the conditions to obtain clear water have been investigated. Laboratory flotation tests have shown that the residual flocculant in the pulp does not alter the flotation property with xanthate.

1 — Giriş

Karadeniz Bakır İşletmeleri Çakmakkaya Konsantratöründe günde 9000 ton cevher işleyebilecek kapasitede bir flotasyon tesisi olup işlenen ortalama cevher tenörü % 1.31 Cu'dur. İş-

(*) Doçent Dr., Kimya Bölümü, O.D.T.Ü. Ankara

(**) Assoc. Prof. Dr., Maden Müh. Bölümü, O.D.T.Ü. Ankara

lenen cevher Damar ve Çakmakkaya açık işletmelerinde üretilmekte olup Çakmakkaya cevherinin ortalama tenoru % 1.08 Cu ve Damarınki de % 1.75'dir. Flotasyon yolu ile yılda % 17 Cu içeren 210 bin ton bakır konsantresi ve 230 bin ton % 45 S içeren pirit konsantresi üretimi öngörülmüştür (1).

Proses, konvansiyonel bir ksantatla sülfür flotasyonu devresine dayanır. Cevher önce üç adet otojen değirmende öğütülür (2). Sülfürler ilk aşamada toptan (balk flotasyon) yüzdürüldükten sonra kalkopirit mineralinin serbestleştiği —325 meşe öğütülür ve flotasyonla bakır kazanılır. Ara ürünler devreye yeniden girerken pirit ve bakır konsantreleri ilgili tikinerlere gider ve sonra da Hopa'ya boru hattı ile pompalanır (3) (4). Bu arada balk flotasyon artığı, suyun kazanılması için artık tikinerine gönderilir. Artık tikinerinin çapı 225 feet'dir ve gelen su : katı oranı 3:1, giren su da günde $3 \times 7672 = 23016$ tondur. Su : katı oranı 1 : 1 olduğundan tikinerden atılan su ise günde 7672 tondur. Bu durumda artık tikinerinden günde 15344 ton (1.78 litre/saniye) su kazanma olanağı mevcuttur.

Çakmakkaya konsantratöründe bazan su eksikliği duyulmaktadır. Artık tikinerinden su kazanılması, ancak yağışların iyice azaldığı yaz döneminde gerekmektedir. Yağışların iyice azaldığı 1974 yılında Çakmakkaya'da yazın 120 gün su sıkıntısı çekilmiştir. Damar yatağının kaolinize zonlardan üretim yapıldığında bu cevher konsantre edildikten sonra artık tikinerinde problem meydana getirmekte yani berrak su yerine taşma suyunda bulanıklık hasıl olmaktadır.

Bu tebliğde konu ile ilgili olarak yerinde yapılan gözlemler ve deneyler ile sonuçlar verilmektedir.

2 — Deneyler ve Bnlgular

2.1. Numunenin Hazırlanması

Konsantratörde edinilen izlenimlerden, artık tikinerinin taşıntıların daha çok yağmurlu mevsimlerde dere suları kil

taşıdığı zaman ve «Damar» cevherinin kaolinli zondan çıkan kısmı işlendiğinde bulanık olduğu sonucuna varılmıştır. Etüd süresince artık tikineri berrak su taşıdığı için «Damar» yatağı killi zonundan alman temsili bir numune hazırlanması gerekmiştir. Bu işlem için söz konusu zonun değişik kısımlarından 2-5 Kg. lık 18 ayrı numune alınmış, bunlar karıştırılarak çeneli kırıcıdan geçirilmiştir. Elde edilen numunenin yarısı sulu olarak bilyalı değirmende % 100-65 meş olacak şekilde öğütülmüştür. Böylece elde olunan numunenin analizle % 1.28 Cu içerdiği görülmüştür ki bu da konsantratörde işlenen cevherdeki bakır yüzdesi ile karşılaştırılabilir bir değerdir. Daha sonra bu numunedeki sülfür mineralleri konsantratör tesisinde uygulanan yolla yüzdürülmüştür. Flotasyon deney sonuçları Tablo - 1'de verilmiştir.

Tablo 1 — Ntimiune Hazırlama ve Flotasyon Deney Sonuçları

Cihaz	= Wemco, 2.5 litre cam hücreli
Devir	= 1350 r.p.m.
pH	= Naturel (6.5)
Reaktifler	=
	Z — 3 = 75 g
	Z — 2000 = 25 g
	Dowfroth — 250 = 25 g
	M.I.B.C. = 25 g/ton (köpük kontrolü için)
Kıvamlandırma	= 5 dakika
Toplama Süresi	= 4 - 6 dakika

Flotasyon Girdisi	Konsantre	
	I	% C n
1 — Killi Artık Numunesi	202	3.07
2 — Killi Artık Numunesi	163	3.70
3 — Killi Artık Numunesi	165	4.08

Böylece elde edilen killi artık, stok numunesi olarak muhafaza edilmiş, 24 saatlik durulmadan sonra üst kısmında kalan berrak kısımdan bir miktar su alınarak litrede 200 gram katı içeren temsilî bir artık numunesi elde edilmiştir.

2.2. Flokülasyon Deneyleri

Çalışmanın bu aşamasında yukarıda hazırlanışı tarif edilen stok numunesinden birer litrelik kısımlar alınarak 1 litrelik mezüre aktarılmış ve mezür üzerine yapıştırılan grafik kâğıdı üzerinde berrak ve bulanık kısımlar arasında oluşan ara yüzeyin düşüşü zamana göre takip edilmiştir.

Bilindiği gibi flokülün adı ile bilinen bileşikler arasında suda çözünen polimer cinsinden olanları örneğin poliakrilamidler son yıllarda bulanıklık gidermede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bileşikler molekül zinciri yapılarındaki aktif gruplar yolu ile bulanıklık yapan madde tanecikleri üzerine adsorplanmakta ve bu tanecikleri bir köprü ile birleştirmektedir. Bu şekilde etkin kütlesi büyüyen tanecikler yer çekiminin etkisi ile daha hızlı çökelmektedir (5).

Deneylerde flokülün ilâvesi sabit bir rejimde yapılmış ve 100 ppm konsantrasyonunda hazırlanan flokülün çözeltilerinden alınan fraksiyonlar 2 dakikalık bir sürede ilâve edilirken, süspansiyon özel surette yapılan aşağı-yukarı hareket edebilen delikli bir diskten oluşan bir karıştırıcı ile devamlı karıştırılmıştır.

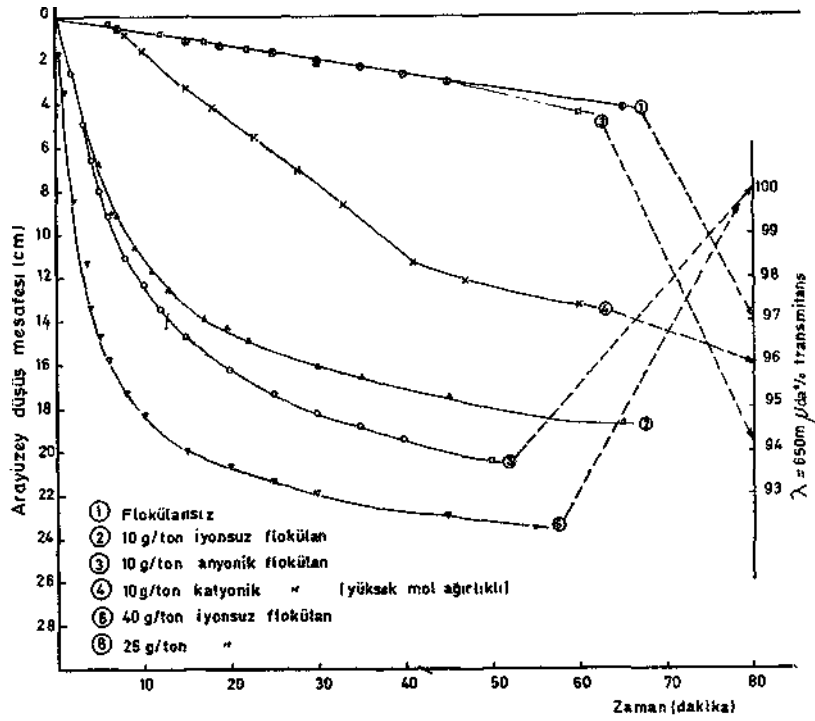
Flokülasyon süresi sonunda berrak kısımdan bir örnek alarak Coleman tipi turbidimetrede $X = 650$ m y (milimikron) da bulanıklığı saf suyunki ile karşılaştırılmıştır.

Değişik özellikteki flokülünlerle yapılan deneylerin sonuçları Şekil -1, 2, 3, ve 4'de verilmiştir.

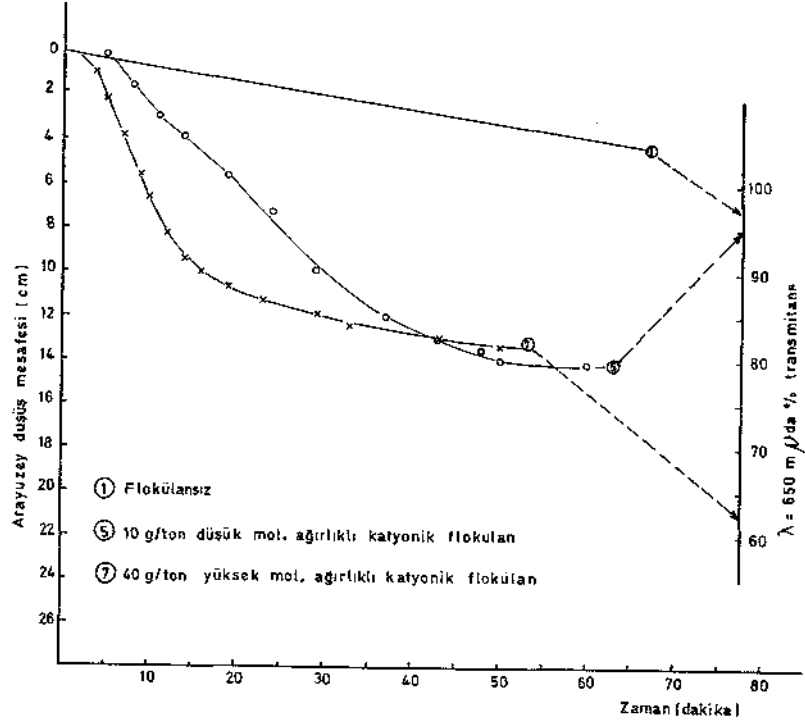
Yapılan ölçmelerde şu değişkenlerin çökmeye etkisi incelenmiştir.

- a) Flokulanın iyonik özelliği,
- b) Flokulanın molekül ağırlığı,
- e) Flokulan miktarı (dozu),
- d) Ortam pH'sının flokülasyona etkisi,
- e) Flokulan artıklarının flotasyona etkisi.

Alman numuneler üzerinde- molekül ağırlığı 4 - 6 milyon olan 3 adet flokulan denenmiştir. Bunlardan biri tamamen iyonsuz (non - ionic), diğerinin aktif gruplarının % 40'ı anyon ve üçüncüsünün de aktif gruplarının hepsi katyondur. Bunların herbirinden 10 g/ton katı kullandığı zaman sıra ile Şekil - 1, Grafik 2, Grafik 3 ve Grafik 4'te verilen sonuçlar alınmıştır.



Şekil- 1 Flokulanların killi artığı çöktürme etkisinin zamanla değişimi.

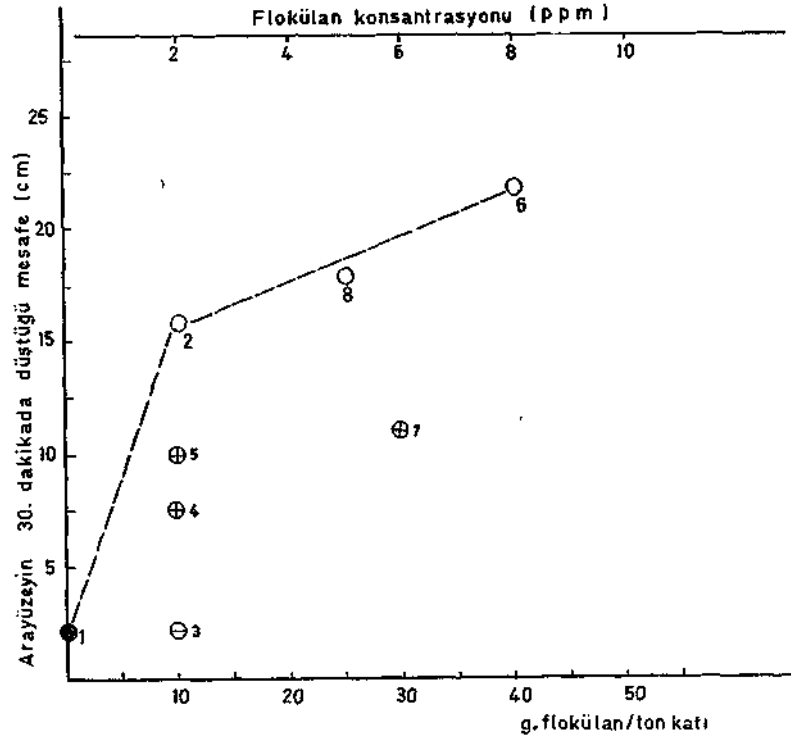


Şekil-2 Katyonik flokülanın kili artışı çöktürme etkisinin zamanla değişimi

Görüldüğü gibi aktif grubu anyon olan flokülünla "3", flokülansız "1" numune aynı şekilde hareket ederken, katyonik "4" ve iyonuz "2" flokülünla muamele edilmiş olanlar hızla çökmektedir. Bunlar arasında iyonuz "2" flokülün birim ağırlık başına en etkindir.

Çökme hızı yanında suyun berraklığı göz önünde bulundurulursa iyonuz "2" flokülün yine iyi sonuç vermektedir. Bu da transmittansın yüksekliği ile gözlenmektedir.

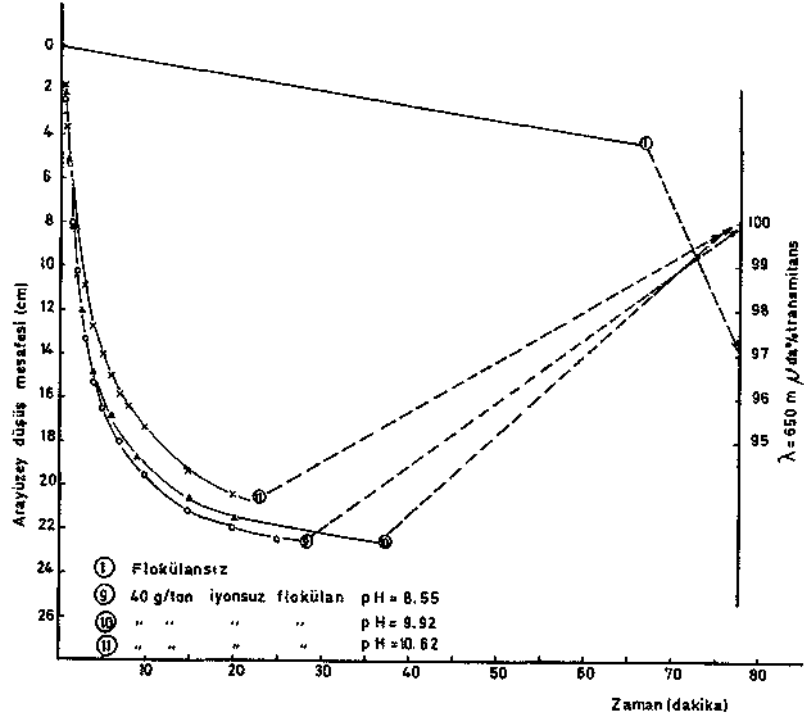
Flokülün dozajı 10 g/ton yerine 40 g/ton'a çıkarıldığında katyonik ve iyonuz flokülünların etkisi artmakla beraber iyonuz flokülün (Şekil - 1, Grafik 6) ötekenden Şekil - 2, Grafik 7) daha etken kalmaktadır.



Şekil-3 Flokulan tip ve miktarlarının kili artığı çöktürmesine etkilerinin karşılaştırılması.

- 1 : Flokülansız
- 3 : Anyonik
- 4,7: Yüksek mol. ağırlıklı katyonik
- 5: Düşük mol. ağırlıklı katyonik
- 2,6,8: Yüksek mol. ağırlıklı iyonuz

Katyonik flokulanın molekül ağırlığı yüksek ise (Şekil-1, Grafik 4) aynı dozajdaki düşük molekül ağırlıklı katyonik flokülandan (Şekil - 2, Grafik 5) daha az etken olmakta fakat iyonuz flokülanın etkisine katyonik flokülana erişmek imkânı hasıl olmamaktadır.



Şekil-4 Değişik PH değerlerinde, iyonsuz flokülanın, kili artığı çöktürme özelliği.

Eşit şartlarda yüksek molekül ağırlıklı iyonsuz flokülaların dozu arttıkça etkisi de artmaktadır. (Şekil - 1, Grafik 2, 8, 6 ve Şekil - 3). Bu durumda ton katı başına 40 gram flokülün en hızlı çökmeyi vermektedir.

Flotasyon prosesi sırasında pH kireçle yükseltilmektedir. Farkına varılmadan pH değeri yükselse bile 40 g/ton iyonsuz flokülün kullanıldığında çöktürmeye herhangi bir kötü etkisi olmadığı Şekil - 4'de Grafik 9, 10 ve 11'in incelenmesinden görülmektedir.

2.3. Flokülasyon İşleminin Flotasyon Etkisi

Flokülan kullanmak sureti ile katılana çöktürülmesinden sonra bir miktar flokülanların çözelti içinde kalacağı düşünülebilir. Optimal şartlarda çalışıldığında bu bahis konusu değildir, çünkü flokülanların bilinen etki mekanizmalarına göre bu maddeler çöktürüldükleri katıların yüzeylerine adsorplanmış olarak sürüklenirler. Buna rağmen bu durumu tahkik için, birkaç flokülasyon denemesinden sonra toplanan berrak suların flotasyona etkisi aşağıda tarif edildiği şekilde incelenmiştir.

Çalışmakta olan konsantratör tesisinde balk flotasyona giriş kısmından 20 litre kadar numune alındı. Bu numune durulmaya bırakıldı ve üzerindeki su fazı sifonla çekildi. Atılan suyun yerine bu çalışmada en iyi etkiyi gösterdiği tesbit edilmiş olan iyonsuz flokülanla yapılan flokülasyon sonucu elde olunan berrak su konuldu ve flotasyon deneyleri yapıldı. Bu deneylerde de Tablo-1'de açıklanan yöntem aynen izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo - 2'de verilmiştir.

Tablo % — Flokülasyonun Etkisini İncelemede Kullanılan Flotasyon Deney Sonuçları

Flotasyon Girdisi	konsantre		Artık	
	g	% Cu	g	% Ctt
a — Flokülasyonla berraklaştırılmış su ve tesisten alınan balk flotasyon giriş numunesi	98	8.15	470	0.06
b — a'daki numuneye 5 g/ton flokülan ilâvesi hali	92	9.00	470	0.07

Yukarıdaki Tablo'da görüldüğü gibi flokülasyonla elde edilmiş berrak su kullanılması flotasyona herhangi kötü bir etki yapmamaktadır. Başka bir deneyde yine çalışmakta olan konsantratörden alınan numuneye flotasyon selülü içinde iyonsuz flokülan ilâve edilmiş ve bunun da flotasyona kötü bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

3 — Sonuçlar

a — Çakmakkaya konsantratöründeki gibi kaolinize killi zonda karşılaşılan bulanıklık yapıcı katılar, poliakrilamid tipi flokülانlarla etkin olarak çöktürülebilirler.

b — Bunlar arasında iyonsuz aktif grupları taşıyan ve molekül ağırlığı 4-6 milyon olanlar en uygun sonuç vermektedir.

c — Kireçle yapılan pH ayarlaması bu flokülانların etkinliğini azaltmamaktadır.

d — Optimal flokülان konsantrasyonu ton katı başına 20-40 gram olmaktadır.

e — Flokülان kullanarak elde edilen berrak suda polimer artsa bile bunun flotasyon devresinde olumsuz etkisi meydana gelmemektedir.

Teşekkür

Yazarlar, Karadeniz Bakır İşletmeleri A.Ş. ne ait Çakmakkaya Konsantratöründe bu araştırmayı yapabilmeye olanak sağlayan Sayın Hasan Kazanoğlu ile Sayın Oktar Kmlsencer'e teşekkürü bir borç bilirler. Ayrıca Çakmakkaya'da gösterdikleri yakın ilgiden dolayı Sayın Faik Avcı'ya ve Laboratuvar Şefi Cesarettin Erduran'a teşekkür ederler.

Referanslar

- 1— Aksoy S. : «Karadeniz Bakır Projesi», I. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi Neşriyatı, Şubat 1969, Sahife 59-69.
- 2— Doğan Z. M. : «Türkiye'de Otojen Öğütme Uygulaması», Madencilik Cilt XV. Sayı 4, 1976, Sahife 20-25.
- 3— Aksoy S., ve S. Giray: «Karadeniz Bakır Projesi Genel Tanıtımı», Türkiye Mühendislik Haberleri, Nisan 1973, Sahife 42-55.
- 4— Mac Donald J. B., L. Solakoğlu ve M. Aydmer : «Çakmakkaya (Murgul) - Hopa Konsantre Boru Hattı», Türkiye Mühendislik Haberleri, Nisan 1973, Sahife 72-79.
- 5— Yarar B., ve J. A. Kitchener: «Selective Flocculation of Minerals», Trans. I.M.M., Cilt 79, Section C. 1970, Sahife 23-33.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsı salonu/ankara**

KÜRESEL
AGLOMERASYON
GELİŞİMLER

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

KÜRESEL AGLOMERASYON YÖNTEMİNDEKİ GELİŞMELER

Dr. Halim DEMİREL* Hüseyin ÖZDAĞ'

Özet :

Bu bildiri de sulu küresel aglomerasyon tekniğinin ana hatları ve gelişimi kısaca verilmiştir. Küresel aglomerasyon tekniği katı taneler içeren sulu süspansiyona, karışma yan ikinci bir sıvı ekleyerek katı tanelerin selektif olarak bu ikinci sıvı tarafından önce flokül haline sonra da pelet haline gelmesi işlemidir. Endüstriyel uygulamaları bildiri de örneklendirilmiştir.

Abstract :

In this paper a brief outline and development of wet spherical agglomeration process is given. In this process a immiscible second liquid which is added to a suspension acts as bridging liquid between the solid particles and first the flocs form then the spherical pellets form potential application of this technique in a number of fields are suggested by the use of specific examples.

Giriş :

İnce tanelerin aglomerasyonu, endüstriyel işlemlerde önemli bir basamak oluşturur. Örneğin, yüksek fırında

(*) Maden Müh. Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Enst. Öğretim Görevlisi.

(**) Maden Yük. Müh. Hacettepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Enst. Asistanı.

olumlu bir indirgeme elde edebilmek için besleme malzemesinin tane iriliği belirli bir sınırın üstünde olmalıdır. Diğer işlemlerde tane iriliği arttırılmca takibeden filtrasyon, paketleme, vb. işlemler kolaylaşır. Aglomera elde etmek için birçok yöntemler geliştirilmiştir. Bu makalede oldukça yeni olan küresel aglomerasyonun gelişimi anlatılacaktır.

Küresel aglomerasyon işleminde, su fazında bulunan tanelerin boyut büyütülmesi sözkonusudur. Tane boyutunun büyütülmesi birkaç yolla sağlanabilir. En eski yöntemeye göre, boyut büyümesi, süspansiyona elektrolit eklenerek elde edilir. Elektrolitin eklenmesi kolloid tanelerin zeta - potansiyelinin küçülmesine, böylece taneler arasında hazır bir yapışmaya yol açar. Elde edilen birbirine yapışmış (pıhtı) taneler oldukça zayıf ve hacmen büyüktür. Daha yakın geçmişte uygulanan polimer bileşimleri birey taneler arasında köprü oluşturarak süspansiyonun flokülasyonunu sağlamıştır. Büyük fakat zayıf floklar veya aglomeralar oluşmuştur. Bu polimerik flokülantlar maden ve kimya endüstrisinde şamların ve tortuların işlenmesinde geniş şekilde uygulama alanı bulmuştur. Flokların veya aglomeraların çökeltilmesi ve filtrasyonu, süspansiyonda dağılmış taneciklerinkinden daha kolay yapıldığı görülmüştür. Yusa⁷ ve arkadaşları polimerlerle bağlanmış flokların sıkıştırılarak küresel aglomeralar oluşturulmasında çalışmalar yapmışlardır. Yarar, B. ve Kitchener²² ile Friend ve Kitchener³⁰ polimerik flokülantların, karışık mineral süspansiyonundan bir minerali selektif olarak floküle etmekte kullanılabileceğini, böylece bu minerali, floküle olmamış mineralden ayırmanın mümkün olacağını göstermişlerdir.

Küresel aglomerasyon işleminde, sulu süspansiyon içinde ince taneler halinde dağılmış katılar, katıyı tercihan ıslatan ve birinci sıvı ile karışmayan ikinci bir sıvı ile işleme tabi tutulur. Bu ikinci sıvıya «köprü sıvısı» denir. Süspansiyon karıştırıldığında köprü sıvısı, serbest katı tanelerin yüzeylerine dağıtılır. Tanelerin çarpışması sonucu, köprü sıvısı çarpışan taneler arasında sıvı bağlantıları oluşturur. Taneler arası bağlanma kuvveti, ilgili sıvıların iç yüzey gerilimi ile

ayarlamr. Bu olay ilk kez Kruyt ve Van Selms¹ tarafından yayınlanmıştır. Bunlar, küçük cam kürecikleri, halojenleştirilmiş hidro karbonu ve kömürü su ile süspansiyon haline getirip, öncelikle karışmayan üçüncü bir faz ekleyerek flokülasyon etkilerini incelemişlerdir. Daha sonra Stock² kuru benzen içinde asılı bulunan baryum sülfat şiddetli şekilde karıştırılınca yoğun flokların elde edildiğini göstermiştir. Simth ve Puddington'm³ araştırmaları sonucu, Stock'un elde ettiği yoğun flokların oluşması için çok az miktarda su gerektiği kanıtlanmış ve yukarıda belirtilen iki bağımsız gözlem arasındaki bağıntı keşfedilmiştir. Bu çalışmalar, sonraki yıllarda şimdi küresel aglomerasyon adı verilen işlemin gelişmesine yol açmıştır.

Süspansiyonun karıştırılmasıyla elde edilen aglomeraların oluşması; ikinci sıvının miktarına, karıştırma tip ve derecesine, katıların tane iriliği ve tane iriliği dağılımına ve katıların şartlanmasına bağlıdır.³⁰

Küresel aglomerasyon işleminde diğer önemli bir konu, katı yüzeylerinin, birbirine karışmayan iki sıvı tarafından relatif ıslanabilirliğidir. Eğer bir süspansiyonu oluşturan kâti taneler süspansiyon sıvısı tarafından tercih edilirse, ikinci sıvı ile karıştırıldığında aglomera elde edilemez. Örneğin, hidrofilik bir katı, su ile karışmayan ikinci bir sıvı ile karıştırıldığında aglomera elde edilemez. Bununla beraber, süspansiyondaki katı tanelerin yüzeyleri yüzey şartlandırılmasıyla herhangi bir sıvıyı tercih etmesi sağlanabilir. Birkaç değişik tanelerden oluşmuş süspansiyona uygulanacak selektif yüzey şartlandırması ve ikinci bir sıvı eklenmesi ve karıştırılması ile sadece istenen tanelerin aglomerasyonu elde edilir.⁴² Ancak farklı tanelerin birbirinden fiziksel olarak ayrılmış olması gereklidir.

Uygulama Alanları :

Küresel aglomerasyon oldukça yeni bir yöntem olmakla beraber, aşağıdaki teknolojik uygulamaları sıralayabiliriz :

1 — Yoğun, oldukça küresel aglomeraların oluşturulmasında,

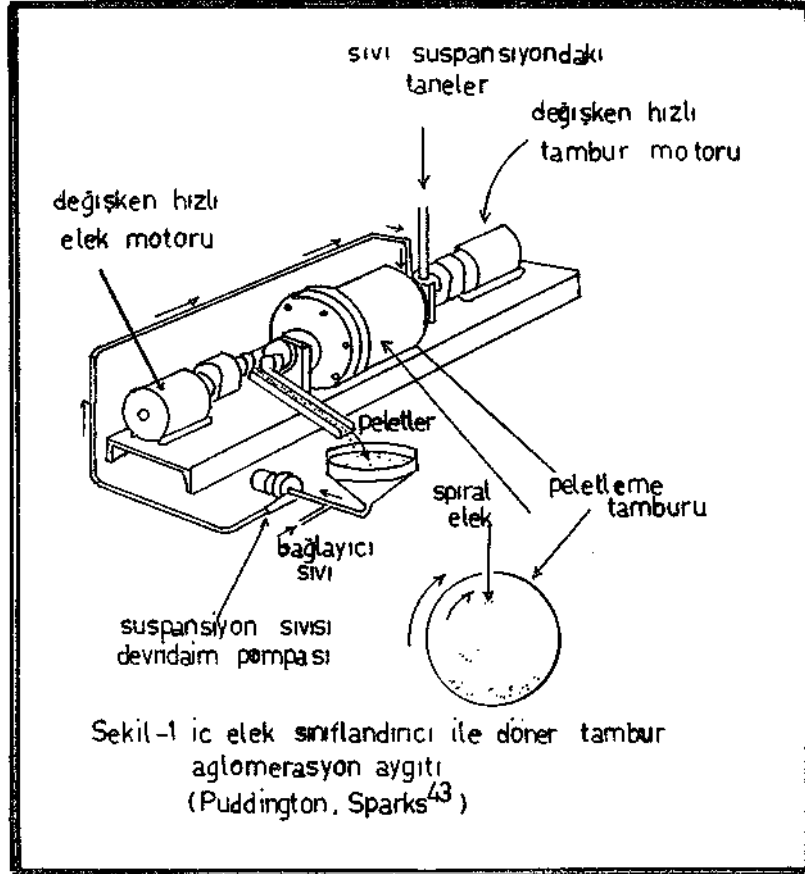
- 2 — Sulu süspansiyon içindeki ince tanelerin toplanmasında veya bunun tersi olarak, birbirine karışmayan iki sıvıdan oluşmuş karışıma ince taneler atıp karıştırarak sıvılardan birini ayırmada,
- 3 — Cevher zenginleştirmede : Kompleks minerallerin kademeli olarak elde edilmesinde kullanılmaktadır.

Peletleme ve Kürelerin. Oluşması :

Bağlayıcı sıvı ile tanecikler arasında oluşan bağlar zayıf olup taşınma sırasında hemen dağılırlar. Bu nedenle, sağlam pelet elde etmek için kuvvetli mekanik enerji uygulanması gereklidir. Peletlerin pekişmesi ve küreselleşmesi, peletlerin birbirine ve bulunduğu kabın iç yüzeyine defalarca çarpması ile sağlanır. Bununla birlikte, yeterli bağlayıcı sıvı bulunmasının oluşturacağı multi - köprüler küresel aglomerasyonda kritik bir gereksinimdir. Küresel aglomerasyon işleminde sisteme giren, oldukça büyük enerji nedeniyle peletler arası çarpışmalar, düzenli boyutta küresel pelet oluşmasını sağlar. İlk oluşan çekirdek aglomeraların çarpışma ve sürtünme sonucu büyümesinde de pelet büyüklüğü kontrol edilebilir.

Bu işlemin avantajı, sinterleme veya presleme işlemlerinden sonra gereken öğütme v.b. işlemlerin ortadan kaldırılmasıdır. Örneğin, çok küçük tanelerin istenilen şekilde kullanılabilmesi için sinterlenmeleri veya preslenmeleri gerekmektedir. Çok küçük tanelerin akımı kolay değildir. Genellikle dar boğazlarda köprü oluşturarak akımı zorlaştırır. Bunun sonucu olarak otomatik preslerde elde edilen briketler veya diğer şekillerde boyutsal ve özgül ağırlık yönünden farklılıklar oluşur. Bu sorunu önlemek için ince taneler peletlenerek, daha iyi akım özelliği sağlanabilir. Peletlerin şekli önemli olmamakla birlikte kalıba girdiği zaman ezilebilecek nitelikte olmalıdır. Bu tür zayıf pelet elde etmek için genellikle, bağlayıcı sıvı tambur veya devridaim pompasına verilerek zayıf bir karıştırma uygulanmalıdır. Sağlam pelet istendiğinde kuvvetlendirici reaktif bağlayıcı sıvı içinde eritilerek eklenebilir. Genel olarak tane iriliği küçüldükçe ve karıştırma arttıkça bağlayıcı sıvı miktarı azalır.

Küresel aglomerasyon tekniğinde katı taneleri taşıyan sıvı ortam, kuru peletleme tekniğine oranla birkaç avantaj sağlamaktadır. Bunlardan birincisi, taşıyıcı sıvının, bağlayıcı sıvıyı dönen katı tanelerin çevresine düzenli olarak yayması, ikincisi bağlayıcı sıvının yerel birikimi sonucu oluşan kontrolsüz pelet büyümesini önlemesi, üçüncüsü sıvı taşıyıcı ortamın istenilen dönme ve çarpma hareketini sağlaması ve böylece düzenli boyutta pelet elde edilmesi ve dördüncü olarak da sıvı ortam olması nedeniyle peletleme aygıtı içine yerleştirilecek spiral ekle pelet büyüklüğünün kontrol edilmesidir. Tipik bir küresel aglomerasyon düzeni Şekil -1 de verilmiştir.



Bu düzen yatay bir peletleme tamburu ile içinde daha yavaş hızda dönebilen spiral elekten oluşmaktadır. Bu elek sürekli olarak oluşan peletleri tambur eksenini boyunca çıkışa sürüklemekte ve büyüklüğü elek deliğinden küçük olan peletleri tekrar tambura göndermektedir. Ayrıca bir taşıyıcı sıvı devridaim pompası ve pelet çıkışında hazneli elek sistemi içermektedir. Birçok mineral konsantreleri kuru ve toz halinde elde edilmektedir. Bunların taşınması hem çevre kirliliğine ve hem de kayıplara yol açmaktadır. Küresel aglomerasyon tekniği bu kayıpları önlemek ve ayrıca taşıma kolaylıkları sağlamak için rahatlıkla kullanılabilir.

Katıların Sıvıdan Ayrılması :

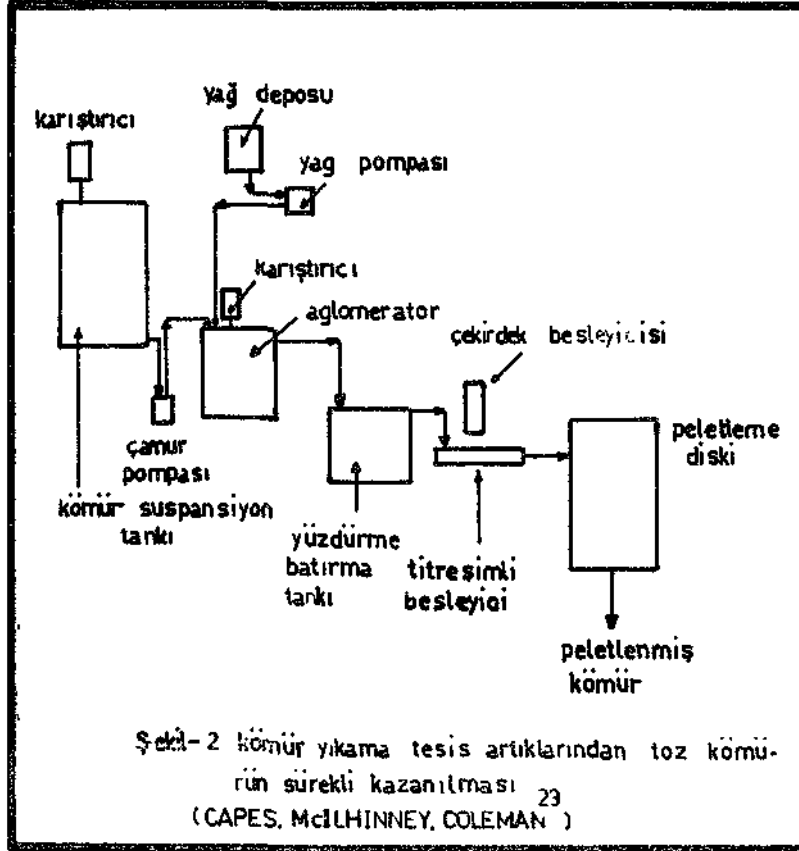
Endüstri ve cevher hazırlama artıkları genellikle süspansiyon halindedir. Bunların çeşitli amaçlar için sudan arıtılması gereklidir. Ayrıca, içindeki bazı kıymetli mineralleri kazanmak, alışlagelmiş yöntemlerle (çöktürme, filtrasyon, santrifüjleme, vb.) yetersiz görülmektedir.

Küresel aglomerasyon yöntemi ile süspansiyondaki tanelerin çökme hızını artırarak ve sediment hacmini azaltarak katı tanelerin sıvılardan ayrıştırılmasını hızlandırmak mümkündür. Optimum koşullarda, pelletlerin boşluk hacimlerinin küçük olması ve pelet yatağının hızlı drenaj özelliği nedeniyle katı-sıvı ayırımının tam olduğu görülmüştür.

Küresel aglomerasyon tekniği, filtrasyon hızını arttırmak için ekonomik olarak kullanılmaktadır. İnce taneli süspansiyonlara flok oluşacak kadar bağlayıcı sıvı ekleyerek filtrasyon hızı arttırılmaktadır. Örneğin, fosfatın fosforik asidin sulu sistemiyle elde edilirken asit içerisinde jelatin şeklinde veya çok ince taneler halinde kalsiyum sülfat oluşmaktadır. İstenmeyen bu katılar oldukça viskoz olup konsantre asitten filtrasyonları olanak dışıdır. Bu nedenle, asidin sulandırılması, filtrasyonu ve tekrar konsantre asit haline getirilmesi gerekmektedir ki bu da oldukça zahmetli bir işlemdir. Buna karşılık, kalsiyum sülfat, alkali benzen sulfonat ile şartlandırıldıktan sonra katı hacminin yüzde 1 - 2 si

kadar kerosen ile kuvvetle karıştırıldığında konsantre fosforik asit filtrasyonu mümkün olmuştur.¹⁹

Sulu bir ortamdan yalnız bir katı, konsantre olarak alınmak istendiğinde, selektif küresel aglomerasyon tekniği uygulanabilir. Şekil - 2, kömür yıkama tesisine yerleştirilen sürekli küresel aglomerasyon sistemini göstermektedir.²³⁻³⁰ Bu sistem kömür artıklarındaki ince kömür tanelerini şistten ayırmada kullanılmakta ve kül miktarı azaltılmış kömür peletleri oluşturmaktadır.



Kömür artık çamuru (% 10W/V konsantrisinde) tankta hafif bir yağ ile karıştırılarak kömür tozlarının flokülasyonu sağlanır. Sonra yüzdürme - çökeltme tankının alt akımı şist olarak gider ve üst akımdan alman floküle edilmiş toz kömür, çekirdeği oluşturacak iri kömürle peletleme aygıtına gönderilir. Burada yağ eklemesiyle oluşacak kuvvetli peletler son ürün olarak alınır. Pelet büyümesi tabakalaşma esasına göre, ince kömürün çekirdekler üzerine tabakalar halinde katmanlaşmasıyla oluşur. Tabakalaşma hızı, beslenen çekirdek ve kömür floklarına bağlı olarak değişmektedir. Elde edilen kömür peletleri, kül, kükürt ve yanma özelliği yönünden orijinal kömürden daha iyi nitelikte olduğu görülmüştür.³⁰

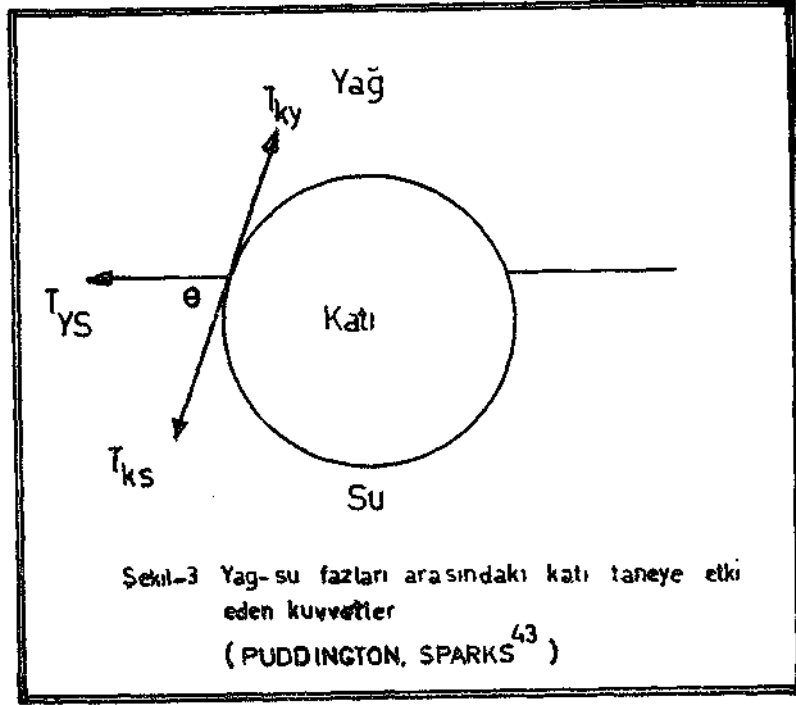
Cevher Hazırlamaya Uygulanması :

Küresel aglomerasyon tekniği, cevher içinde az bulunan fakat ekonomik değeri yüksek olan minerallerin kazanılmasında kullanılmaktadır. Bu tekniğin başarılı olarak uygulanması, normal küresel aglomerasyon sisteminde peletleri oluşturan tanelerin arasını dolduran yağdan çok yağ kullanmaya bağlıdır.

İşlem, esas olarak karışmayan iki sıvı içindeki katının bir sıvı tarafından kaplanması ve böylece ikinci sıvı ve diğer katılardan ayrılmasını kapsar.

Toplama sıvısı olarak genellikle ağır yağlar kullanılır. Yüzey şartlandırılması yapılmış mineral tanelerinin yağ fazına geçmeleri, yavaş fakat tanelere yüksek sürtünme kuvveti uygulayan karıştırma sistemleriyle sağlanır. Deneyler sonucu toplama işleminin bilyalı değirmenlerde cevher öğütülürken yapılabileceği gösterilmiştir.

Tanelerin yağ tarafından adsorpsiyon mekanizması Şekil - 3 de gösterildiği gibi olmaktadır. Yağ, su fazları arasındaki katı tane relatif yüzey gerilimlerinin etkisi altında kalır²⁴.



Denge halinde :

$$T_{ky} = T_{ks} + T_{ys} \cos \theta$$

Burada, T_{ky} , T_{ks} ve T_{ys} sırasıyla katı-yağ, katı-su ve yağ-su fazları arasındaki serbest enerjilerdir. Yukarıda verilen şekilde θ açısına bağlı olarak üç koşul oluşabilir;

- 1) Eğer $0 < 90^\circ$ ise tane sulu faza *geçme* eğilimindedir.
- 2) Eğer $\theta = 90^\circ$ ise tane yağ/su ara yüzeyinde konsantre olma eğilimindedir.
- 3) Eğer $\theta > 90^\circ$ ise tane yağ fazına *geçme* eğilimindedir.

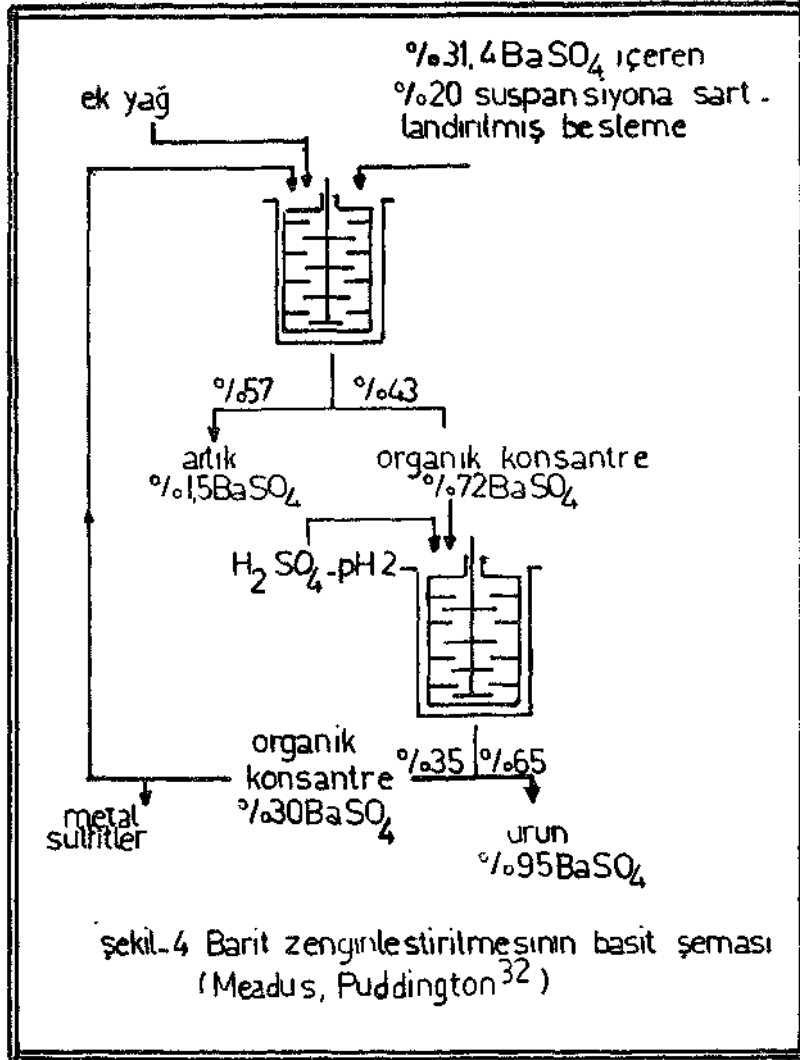
Üçüncü koşul sağlandığında selektif küresel aglomerasyon oluşur. Bu durumda yağ/su ara yüzeyinde biriken taneler yağ fazına geçerek katı tanelerin yağ tarafından adsorp-

siyonunu arttırır. Eđer birinci ve ikinci koşullar oluşursa taneleri ayırma verimi, tanelerin tutanacağı yzeye alamna bağlı olacaktır. Ağır yađ, ortama, ktle fazı şeklinde verilirse oluşacak ara yzeye alanı kçük olacağından dűřuk verim elde edilecektir. Bu nedenle ağır yađ eműlsiyon haline getirildikten sonra ortama verilmektedir. Yađ fazı ile yađ fazına gezen mineraller hava flotasyonu ile elde edilir^{9>35}.

Selektif kűresel aglomerasyon yűnteminde, istenilen bűyűk ıslatma ađılarına eriřmek iwin flotasyonda kullanılan dan daha çok miktarda toplayıcı kullanılmalıdır. Bununla birlikte, serbestleřme tane iriliđi kçük olan minerallerin kazanılmasında kűresel aglomerasyon yűntemi kullanıldıđında verim daha yűksek olmaktadır.⁴³ Bunun nedeni ise minerallerin yađ tarafından adsorpsiyonundan sonra kolay kolay bırakılmadıđından ileri geldiđi dűřűnűlebilir. Sűspansiyondaki mineral tanelerinin ayrılacak olanları iwin yzeye řartlandırması gereklidir. Bűylelikle yađ tarafından adsorbe edilen edilen mineral taneleri, bu taneler iwin kuvvetli oktűrűcű kullanılarak absorbe edilen mineral taneleri yađdan alınabilir. Uygun kořullarda mineral taneleri yađdan ayrıldıđında tenűrde artma gűrűlmektedir.

Bu yűntemin en iyi űrneđi, kurřun - çinko artıklarından yűksek tenűrlű barit kazanılmasıdır³². Baritin dűrt kademedede flotasyonu % 95 barit tenűrű vermiřtir. Fakat verimi, kullanılan baritin % 25'i olmuřtur. Buna karřılık iki kademedede yapılan kűresel aglomerasyonda aynı tűnerde bariti % 80 verimle kazanmak műműn olmuřtur. Bu dűzenin basitleřtirilmiř akım řeması řekil - 4 de verilmiřtir. Yűksek verimli barit űrűnű yanında, diđer yűntemlerde artıđa kaçan kurřun - çinko yađ fazında konsantre halinde elde edilmektedir.

Kűresel aglomerasyon yűnteminin ana reaktifi hidrokarbonların gűnűműzdeki fiyatlarının yűksek oluřu endűriye uygulanmasını ekonomik kılmamaktadır. Ancak elde edilecek űrűnűn piyasa deđerı yűksek ve diđer yűntemlerle zenginleřtirmenin olanak dıřı veya daha pahalı olduđu durumlarda ekonomik olarak kullanılabilir. űrneđin, altın zenginleřtirme tesislerinin artıklarında kaçak olarak bulunan çok



ince öğütülmüş ve diğer yöntemlerle kazanılması olanak dışı olan altın tanecikleri küresel aglomerasyonla kazanılabilir. Bu yöntemin uygulanması laboratuvarında ve endüstride başarıyla gerçekleştirilmiştir²¹.

Sonuç :

Küresel aglomerasyon yönteminin henüz büyük çapta endüstriyel uygulaması olmamakla birlikte bir çok alanda oldukça başarılı olacağı gösterilmiştir³⁶⁻⁴⁴. Endüstriyel uygulamaların bazıları, kömür yıkama tesislerinde artıkların çevre sorunu yaratmamaları, petrol ürünlerinin içindeki empüritelerin toplanması amacıyla kullanılmaları, vb. dfr.

Yararlanılan Kaynaklar :

- 1 — KRUYT, H.R., and VANSELMS, F.G. : The influence of a third-phase on the rheology of suspensions. Rec. Trav. Chim. Vol. 62, 1943, pp. 415-426.
- 2 — STOCK, D.I. : Micro - spherical aggregation of barium sulphate. Nature, Lond., Vol. 170, 1952, p. 423.
- 3 — SMITH, H.M., and PUDDINGTON, I.E. : Spherical agglomeration of barium sulphate. Can. J. Chem., Vol. 38, 1960, pp. 1911 -1916.
- 4 — FARNAND, J. R., SMITH, H. M., and PUDDINGTON, I. E. : spherical agglomeration of solids in liquid suspension. Can. J. Chem. Engng, Vol. 39, 1961, pp. 94-97.
- 5 — SUTHERLAND, J.P. : The agglomeration of aqueous suspensions of graphite Can. J. Chem. Engng, Vol. 40, 1962, pp. 268-272.
- 6 — SUTHERLAND, J.P. : Spherical agglomeration - a new technique for treating suspensions. Chem. Can., Vol. 14, 1962, pp. 36.
- 7 — YUSA, m., and GAUDIN, AM. : Formation of pelletike flocs of kaolinite by polymer chains. Bull. Am. Ceram. Soc, Vol. 43, 1964, pp. 402-406.
- 8 — FARNAND, J.R., MEADUS, F.W., TYMCHUK, P., and PUDDINGTON, I.E. : The application of spherical agglomeration to the fractionation of a tincontaining ore. Can. Metall. Q., Vol. 3, 1964, pp. 123-135.
- 9 — MELGREN, O., and SHERGOLD, H.L. : Method for recovering ultrafine mineral particles by extraction with an organic phase. Trans. Inst. Men. Metall. Vol. 25, 1966, pp C267-268.
- 10 — MEADUS, F. W., MYKYTIUK, A., PUDDINGTON, I. E., and MACLEOD, W. D. : The upgrading of tin ore by continuous agglmeration. Can. Min. Metall. Bull. Vol. 59, 1966, pp. 968-970.
- 11 — CPES, C.E.A. : Note on size distribution in granulation, balling wet pelletization. Chem. Engr. Lond., No. 207, Apr. 1967, pp. CE78-CE80.
- 12 — COLEMAN, R.D., SUTHERLAND, J.P., and CAPES, CE. : Reduction of the calcite content of ground shale by liquid - liquid particle transfer. J. Appl. Chem., Vol. 17, 1967, pp. 89-90.
- 13 — LAI, R.W.M., and FUERSTENAU, D.W. : Liquid - liquid extraction of ultrafine particles. Trans. Soc. Min. Engrs. AIEM, Vol. 241, 1968, pp. 549-556.

- MEADUS, F.W., and PUDDINGTON, I.E.: Pellet technology. *Can. J. Chem. Engng.* Vol. 46, 1968, pp. 287-288.
- 5 — ZUIDERWEG, F. J., and VAN LOOKEREN OAMPANGNE, N. : Pelletizing of soot in waste water of oil gasification plants-the shell pelletizing separator (S.P.S.). *Chem. Engr. Lond.*, No. 220, Jul.-Aug. 1968, pp. CE223-227.
- 16 — SIRIANNI, A.F., COLEMAN, R.D., GOODHUE, E.C., and PUDDINGTON, I.E. : Separation studies of iron ore bodies cotaining apatite by spherical agglomeration methods. *Can. Min. Metall. Bull.*, Vol. 61, 1968, pp. 731-735.
- 17 — MEADUS, F.W., PAILLARD, G., SIRIANNI, A.F., and PUDDINGTON, I.E. : Fractionation of coking coals by spherical agglomeration methods. *Can. Min. Metall. Bull.*, Vol. 161, 1968, pp. 736-738.
- 18 — MULAR, A.L., and PUDDINGTON, I.E.A. : Technically feasible agglomeration separation process. *Can. Min. Metall. Bull.*, Vol. 61, 1968, pp. 726-730.
- 19 — SIRIANNI, A.F., PAILLARD, G., and PUDDINGTON, I.E. : Separation of wet process phosphoric acid. *Can. J. Chem. Engng.* Vol. 47, 1969, pp. 210-211.
- 20 — FARNAND, J.R., and PUDDINGTON, I.E.: Oil-phase agglomeration of germanium-bearing vitrain coal in a shaly sandstone deposit. *Can. Min.*
- 21 — FARNAND, J.R., MEADUS, F.W., COODHUE, E.C., and PUDDINGTON, I.E. : The benaficiation of gold ore by oil phase agglomeration. *Can. Min. Metall. Bull.*, Vol. 62, No. 692, pp. 1326-1329, 1969.
- 22 — YARAR, B., and KITCHENER, J.A. : Selective flocculation of minerals. 1. Basic principle s. 2. - Experimental investigation of quartz, calcite and galena. *Trans. Instn. Min. Metall.*, Vol. 79, 1970, pp. C23-C33.
- 23 — CAPES, C.E., McILHINNEY, A.E., and COLEMAN, R.D.: Beneficiation and balling of Coal. *Trans. Soc. Min. Engrs. AIME*, Vol. 247, 1970. pp. 233-237.
- 24 — MACKENZIE, J.M.W. : Interactions between oil dops and mineral surfaces *Trans. Soc. Min. Engrs. AIME*, Vol. 247, 1970, pp. 203.
- 25 — CAPES, C. E. : Efflorescence and the drying of agglomerates. *Powder Technol.*, Vol. 4, 1970-1971, pp. 77-82.
- 26 — SPARKS, B.D., MEADUS, F.W., and PUDDINGTON, I.E. : The continuous separation of tar sands by oil phase agglomeration. *Can. Min. Metall. Bull.*, Vol. 64, No. 710, Jun. 1971, pp. 67-72.
- 27 — CAPES, C.F., McILHINNEY, A.E., SIRIANNI, A.F., and PUDDINGTON, I.E. : Agglomeration in coal preparation. 12th Conference of the Institute for Briquetting and Agglomeration, Vancouver, The Institute, 1971, pp. 53-65.

- 28 — CAPES, CE. : The correlation of agglomerate strength with size. Powder Technol., Vol. 5, 1971-1972, pp. 119-125.
- 29 — CAPES, CE., COLEMAN, R.D., and THAYER, W.L. : The production of uniformly sized spherical agglomerates in balling drums and discs. 1st International Conference on the Compaction and Consolidation of Particulate Matter, Brington, Oct. 1972, London, Powder Advisory Centre, 1972.
- 30 — DEMIREL, H. : Ph. D. Thesis Nottingham University, 1972.
- 31 — FRIEND, J.P., and KITCHENER, J.A. : Some physicochemical aspects of the finely - divided minerals by selective flocculation. Chem. Engng. Sci., Vol. 28, 1973, pp. 1071-1080.
- 32 — MEADUS, F.W., and PUDDINGTON, I.E. : The beneficiation of barite by agglomeration. Can. Min. Metall. Bull., Vol. 66, No. 734, pp. 123-126.
- 33 — SPARKS, B.D., and WONG, R.J.H.T. : Selective spherical agglomeration of ilmenite concentrates. Can. Min. Metall. Bull., Vol. 66, No. 729, Jan. 1973, pp. 73-77.
- 34 — CAPES, CE., McILHINNEY, A.E., SIRIANNI, A.F., and PUDDINGTON, I.E.. Bacterial oxidation in upgrading pyritic coals. Can. Min. Metall. Bull., Vol. 66, No. 739, Nov. 1973, pp. 88-91.
- 35 — ZAMBRANA, G.Z., MEDINA, R.T., GUTIERREZ, G.B., and VARGAS, R.R. : Recovery of minus 10 m. cassiterite by liquid - liquid extraction. Int. J. Min. Proa, Vol. 1, 1974, pp. 335-45.
- 36 — CAPES, CE., SMITH, A.E., and PUDDINGTON, I.E. : Economic asse esment of oil agglomeration methods. Can. Min. Metal. Bull., Vol. 67, 1974, pp. 115-119.
- 37 — KAWASHIMA, Y., and CAPES, CE. : An experimental study of the kinetics of spherical agglomeration in a stirred vessel. Powder Technol., Vol. 10, 1974, pp. 85-92.
- 38 — CAPES, CE., and COLEMAN, R.D. : The size - strength relationship for pellet. Metall. Trans., Vol. 5, 1974, pp. 2604-2605.
- 39 — CAPES, C E., McILHINNEY, A. E., RUSSELL, D. S., and SIRIANNI, A. F. : Rejection of trace metals from coal during beneficiation by agglomeration. Environ. Sei. Technol., Vol. 8, 1974, pp. 35-38.
- 40 — SPARKS, B.D., and MEADUS, F.W. The separation of silica from Sturgeon Lake marl deposits. Can. Min. Metall. Bull., Vol. 67, No. 747, Jul. 1974, pp. 111-114.
- 41 — SPARKS, B.D., and SIRIANNI, A.F. : Beneficiation of a phosph* horiferous iron ore by agglomeration methods. Int. J. Miner. Process., Vol. 1, 1974, pp. 231-241.
- 42 — SIRIANNI, A.F., CAPES, CE., and PUDDINGTON, I.E. : Recent experience with the spherical agglomeration. Con. J. Chem. Engng. Apr. 1974.
- 43 — PUDDINGTON, I.E., SPARKS, B.D. : Spherical agglomeration processes. Min. Sei. Engng., Vol. 7, No. 30ct, 1975.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977. dsı salonu/ankara

TOZ KÖMÜRÜN
KÜRESEL
AGLOMERASYONLA
KAZANILMASI

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TOZ KÖMÜRÜN KÜBESEL AGLOMERASYONLA KAZANILMASI

Dr. Halim DEMİREL *

Özet :

Bu tebliğde verilen çalışma, küresel aglomerasyon işleminin toz kömürün kazanılmasında kullanımını kapsamaktadır.

Önce, hidrokarbonlu bağlayıcı sıvıyla elde edilen kömür peletlerinin oluşum mekanizması incelenmektedir. Daha sonra, elde edilen kömür peletlerine uygulanan analizlerin sonuçları ile deneysel sonuçların ve sayısal değerlerin tartışılması yapılmaktadır. Ayrıca küresel aglomerasyon yönteminin endüstriyel tesislere uygulanmasının saptanması değerlendirilmektedir.

Abstract :

The work described in this paper deals with the application of spherical agglomeration process to fine coal recovery.

Initial work was concerned with the formation of hydrocarbon based coal pellets. From there on the work carried out included the chemical and physical analysis of the pellets.

Experimental results and their discussion were carried out. Attempts are also made to assess the applicability of the process to commercial plants.

(^v) Maden Müh. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Maden Bölümü Öğretim Görevlisi.

Giriş :

Küresel aglomerasyon, bileşenlerinden büyük hacimde ürün elde etmek için boyut büyütme yöntemlerinden biridir.

Aglomerasyon tekniği endüstrinin çeşitli bölümlerinde kullanılmaktadır. Oldukça ince taneli malzemeler büyük aglomeralar haline getirilerek taşıma kolaylığı ve daha sonra yapılacak işlem için malzeme özelliğinin geliştirilmesi sağlanmaktadır. Gübre sanayinde uygulanan topraklama işlemi gibi birçok aglomerasyon tekniği geliştirilmiştir. Gübrenin aglomera edilmesindeki avantaj kekleşme eğiliminin azalması ve toprağa düzenli dağılımın yapılabilmesidir.

Alışıl gelmiş aglomerasyon işlemlerinde biriktleme, ekstrüzyon ve peletleme endüstride geniş çapta uygulanması olan yöntemlerdir. Bununla beraber küresel aglomerasyon yeni bir yöntem olması nedeniyle henüz endüstride geniş çapta uygulaması yoktur.

Küresel aglomerasyonla alışıl gelmiş peletleme tekniği arasındaki en önemli fark birincisinde beslemenin süspansiyon halinde yapılmasıdır.

Yağ, katı tanelerin yüzeyini kaplar ve bunların karıştırılması sonucu aglomera olarak küresel peletler oluşur. Elde edilen peletler hidrofobik olduğundan elek kullanılarak sudan kolayca arıtılabilir.

Kömürün peletlenmesinde kullanılan ve yüksek hızlı santrifüj filtre ile birlikte çalışan bir çeşit küresel aglomerasyon yöntemi Brisse ve Mc Morris (3) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemde; koyulaştırılmış şlam (%40-50 katı) önceden belirlenen miktarda yağ ile karıştırılarak faz değiştirme karıştırıcısına beslenmektedir. Kömür yüzeyindeki su ile yağ yer değiştirerek faz değişimi oluştuktan sonra aglomera içeren süspansiyon yüksek hızlı santrifüj filtreye aktarılıp suyu atılmaktadır. Kömür tane büyüklüğü, süspansiyon yoğunluğu, çalışma ısı ve yağ tipine bağlı olarak yağ miktarı % 3 -10 arasında değişebilir.

Esas küresel aglomerasyon yöntemi, Kanada Ulusal Araştırma Merkezi'nde Farnand, Smith ve Puddington (7) tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmalar, uygun şartlandırın«

kullanılarak seçimli aglomerasyon yapılabileceğini göstermiştir.

Puddington ve diğerleri (^{12-13,14,15,16}) 1968 -1969 yılları arasında bir seri araştırma yapmışlardır. Çalışmaları arasında kömürün küresel aglomerasyonu da yer almaktadır (¹²).

Sonuç olarak kömürün kül miktarı ve kükürt miktarının peletlemeyle azaldığı gösterilmiştir. Ayrıca süspansiyonun pH değerinin küresel aglomerasyonda etken faktör olduğu da gösterilmiştir.

Zuiderweg ve N. Van Lookeren Campagne (") petrol gazifikasyon tesisinde süspansiyon içindeki' artıkların küresel aglomerasyon yöntemiyle temizlenebileceğini göstermişlerdir. Yazarlar bu yöntemin kömür şamlarında da uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Capes, McWhinney ve Coleman (¹⁸) % 50 - 20 n m kömür taneleri bulunan lavvar şamlardan kömürün kazanılmasında ve temizlenmesinde küresel aglomerasyonu etkin biçimde uygulamışlardır.

Bugüne dek kömür şamlardan temiz kömürün elde edilmesi flatasyon yöntemiyle yapılmakta ve elde edilen ürün filtreden geçirilerek sudan arıtılıp filtre keklerinin kurutulması ile gerçekleştirilmektedir.

Bu pahalı yöntemin yerini çok daha az işletme masrafları olan küresel aglomerasyonla değiştirmek ekonomik olarak daha uygundur (²⁰) Kömür madenlerinde ve kömür hazırlama tesislerinde gün geçtikçe daha çok mekanizasyona gidilmesi sonucu oluşan toz kömürün endüstriyel alanda kullanılacak biçimde değerlendirilmesine gerek duyulmaktadır. Diğer taraftan çevre kirlenmesi sorununa bir çözüm getirmek amacıyla kömür hazırlama tesislerinden çıkan artık ve toz kömürün kazanılması bugüne dek geliştirilmiş yöntemlerle yapılmaktadır.

Toz Kömür Kazanma Yöntemleri ı

Kömür temizleme yöntemlerinin çoğu kömür ile içindeki yabancı maddelerin yoğunluk farklarından yararlanılarak geliştirilmiştir. Bununla birlikte uygulamada, gravite yöntemleri 100 meşden daha küçük kömür tanecikleri için ba-

şanlı olmamıştır. Bu tane büyüklüğünden daha küçük kömür taneciklerini temizlemek için kömürün ve yabancı maddelerin yüzey kimyasından faydalanılan yöntemler kullanılmaktadır.

Köpüklü yüzdürmede hidrofobik olan kömür taneleri hava kabarcıklarına tutunarak hidrofilik olan yabancı maddeler artık olarak çökerler. Bu yöntem halen en çok kullanılan yöntemdir. Yüzdürülen köpük daha sonra filtre edilerek ve kurutulularak kullanılır duruma getirilir. Kömür tozları 75 y. m den küçük olduğundan ve yabancı madde olarak kil de bulunursa köpüklü yüzdürme yetersiz hale gelir. Buna rağmen kömürün yüzdürülmesinde kullanılan az miktarda yüzey şartlandırıcı reaktif artırılarak (örneğin; katı beslemenin % 5 - 50 si kadar) süspansiyondan bu ince tanecikler kazanılabilir (²).

Bu tip yöntemlerden birincisi Trent yöntemidir. Toz kömür su ve % 30 yağ ile karıştırılıp kömür ve yağdan oluşan balçık elde edilmektedir. İkincisi olan Convertol yönteminde (³) % 3-10 oranında yağ süspansiyonla hızlı şekilde karıştırılıp ürün yüksek hızlı santrifüjlü eleğe (60 - 80 Meş) sudan arıtmak için beslenmiştir.

Bu yüksek dozajlı yağ yöntemleri ince floküle olmuş konsantre vermektedir ve en önemli sorunlardan biri bu konsantrelerin sudan arıtılması ve kullanılmasıdır. Örneğin, Convertol yönteminde kömürün elde edilebilirliği, santrifüj eleklerin kullanım nedeniyle aşınmasından dolayı düşmekte ve kömür taneciklerinin kaybına yol açmaktadır.

Küresel aglomerasyon yöntemi (^{12, 16, 20}) kömür tozlarının yağ Ue oluşturduğu sert peletler halinde kazanılmasını sağlamaktadır. Pelet formunda elde edilen ürünün birçok avantajları vardır. Bunlar sırasıyla;

- 1) İri peletler elde edilmesi nedeniyle yüzey suyundan arıtılması kolaylaşır.
- 2) Daha kolay taşınma ve depolanma sağlanır(örneğin, toz ve oksidasyon en az düzeye indirilir),
- 3) Zayıf koklaşma özelliği olan kömürlerin koklaşma özelliğini artırır (¹⁸⁻²⁰).

Bu tebliğ kömür yıkama tesisinden çıkan kömür ve artık süspansiyonların yarı - pilot tesis çalışmalarını ve elde edilen sonuçları kapsamaktadır. Ayrıca deneyler sırasında küresel aglomerasyona etki eden faktörler de incelenmiştir.

Deney Malzemesinin Hazırlanması ve Felet Oluşma,
Mekanikası :

Kömür numunesi parça kömür olarak alınmıştır. Önceden yapılan deneyler kömür tane büyüklüğünün çok önemli faktör olduğunu göstermiştir. Bu nedenle tane büyüklüğü dağılımının değişmemesini sağlamak amacıyla tüm deneyleri kapsayacak miktarda numune hazırlanmıştır. Tane büyüklüğü dağılımı Çizelge -1 de, ayrıca kimyasal analiz sonuçları Çizelge - 2 de verilmiştir.

Hazırlanan numunelerden önce, kömür/su süspansiyonu hazırlanıp, tüm kömür ıslandıktan sonra bağlayıcı sıvı ile birlikte küresel aglomerasyon aygıtına verilmiştir.

Çizelge -1
Beslenen Kömürün Tane Büyüklüğü Dağılımı

Meş olarak tane büyüklüğü	•' Yüzde ağırlık
- 35 + 48	3,09
— 48 + 65	8,01
- 65 + 100	8,96
- 100 + 150	28,54
- 150 + 200	22,40
- 200 + 270	17,92
— 270	11,08

Çizelge!-2
Beslenen Kömürün Analiz Sonuçları

Rutubet miktarı	% 1
Kül miktarı	% 4,85
Yanan madde miktarı	% 25,85
Kükürt miktarı	% 1,85
Toplam ısı değeri	8200 Cal/gr.

Kullanılan bağlayıcı sıvı % 60 katyonik bitüm/su emülsiyonu olup yoğunluğu 1,025 ve viskozitesi 25°Cde 430 Redwood saniyedir. Bitüm emülsiyonuyla yapılan deneylerde pelet oluşmasının önceki çalışmalardan ("") farklı olduğu görülmüştür.

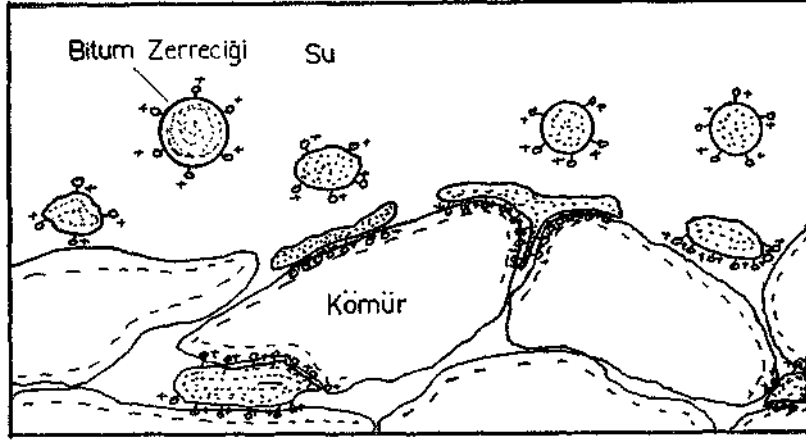
Emülsiyonun bileşenlerine ayrışması küresel aglomerasyonda önemli bir avantajdır. Emülsiyonun ayrışması reaktifler kullanılarak kolayca kontrol edilebilir. Katyonik emülsiyonun ayrışması birçok değişkene bağlıdır. Bunlar; bitüm kalite ve konsantrasyonu, emülsife reaktifinin miktar ve tipi, yüzey özellikleri ve katı tanelerin mineralojisidir. Katı süspansiyonu asitli ve emülsiyonun pH değeri düşükse emülsiyonun ayrışması çok çabuk olur ve kömür tanelerinin yüzeyini tamamen kaplama zamanı bulamaz. Bu nedenle yapılan çalışmada kömür süspansiyonunun ve emülsiyonun pH değeri sürekli olarak kontrol edilerek ayrışma en elverişli durumda tutulmuştur.

Katyonik emülsiyonun katı taneleri kaplaması aşağıdaki kuramla açıklanabilir :

Bu kurama göre, katyonik emülsiyonları yüksek titreşimli kinetik enerjisi nedeniyle tüm katı yüzeyleri için doğal bir çekicilik taşır. Katı tane etrafını saran su tabakasını geçerek katı yüzeyiyle temas kurar. Bitüm ve katı tane arasında Van Der Waal's çekim kuvvetiyle yapışma olur.

Bitümün kömür tanelerini kaplama mekanizması Şekil-1 de gösterildiği gibi olmaktadır. Süspansiyondaki kömür taneleri eksi yüzey yüküne, bitüm tanecikleri de artı yüzey yüküne sahip olduğundan zıt kuvvetlerin birbirlerini çekmesiyle kömür yüzeyindeki su ile yer değiştirerek kuvvetli kömür/bitüm ortak yüzeyi oluşur. Bitümle kaplanan kömür taneleri birbirine yapışarak flokları, floklar da peletleri oluşturur.

Peletlerin oluşması iki kademede olmaktadır. Birinci kademede, kömür taneleri emülsiyondaki bitümle kaplanır ve floklar oluşur. İkinci kademede oluşan floklar birbirine yapışıp pelet çekirdeği oluştuktan sonra bu çekirdek üstüne tabakalaşma ve sıkışma ile kuvvetli peletler oluşur. Birinci ka-



ŞEKİL. 1 Kömür Taneciklerinin Emalsiyonla Kaplanması

demenin oluşması çok kısa sürmektedir (15 saniye). İkinci kademe ise bağlayıcı sıvı konsantrasyonu, karıştırma hızı ile değişik sürelerde oluşmaktadır.

Deney Sonuçları :

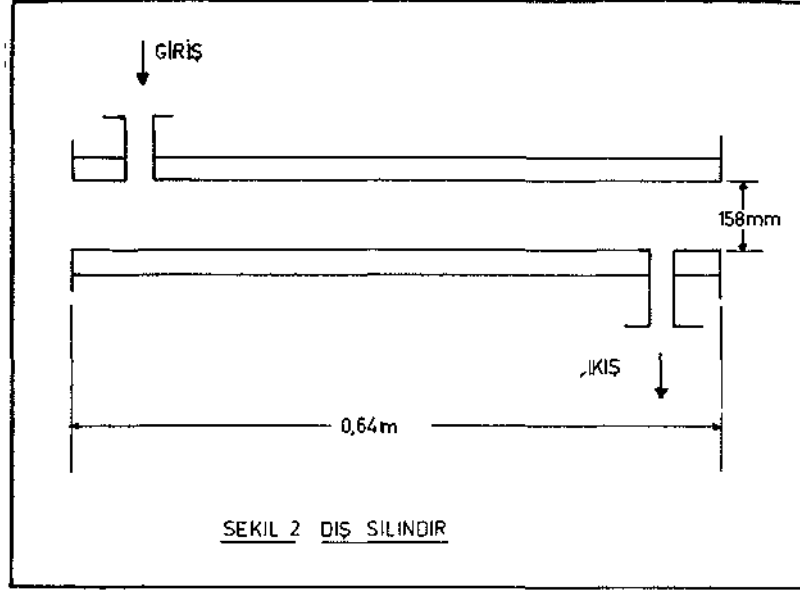
İlk Deneyler :

Sürekli peletleme yöntemine veri sağlamak amacıyla bir seri laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılan aygıt yazarın daha önce yaptığı çalışmada geniş olarak açıklanmıştır (").

Kömür süspansiyonu önce 10 dakika ve 2000 d/d hızla karıştırılarak homojen bir süspansiyon sağlanır. Sonra gerekli miktarda bitüm-Gsu emülsiyonu eklenerek 10 dakika daha karıştırılıp 50 meşlik bir eleğe boşaltılarak sudan arıtılmıştır. Elde edilen verilerden faydalanılarak sürekli çalışan yarı - pilot peletleme aygıtı dizayn edilmiştir.

Sürekli Çalışan Sistemi :

İlk deneylerde kullanılan aygıt ve elde edilen verilerden faydalanılarak dizayn edilen aygıt Fotoğraf -1 de verilmiştir. Sistem aynı eksenli iki silindirden oluşan bir peletleme bölü-



mü içerir. Dış silindir yumuşak çelikten yapılmış olup giriş ve çıkış vanaları yerleştirilmiştir (Şekil - 2).

İç silindir ise, iki ucu kapalı içi boş yumuşak çelik tüpten yapılmıştır. Şekil - 3. Bu iç silindire yapılan besleme hizasında dört takım çift kanatlı pervaneler 90° aralıklarla yerleştirilmiştir. Pervanelerin hemen giriş ağzında oluşları aglomerasyonu hızlandırmak amacıyla beslenen malzemeye en büyük makaslama kuvveti vermesi içindir. Ayrıca süspansiyon şartlandırma tankı, bağlayıcı sıvı besleme tankları, ısı kontrol devresi, boşaltma ve sudan arıtma düzenleri bulunmaktadır.

Süspansiyon, şartlandırma tankında hazırlandıktan sonra peletleme aygıtına beslenirken bağlayıcı sıvı da birlikte verilir. Tüm sistem 60°C sıcaklıkta tutulmak amacıyla ısı kontrol düzeni yapılmıştır. Önceki çalışmalar⁽¹⁸⁾ elde edilen peletlerin dayanım gücünün kullanılan hidrokarbonun viskozitesiyle bağlı olduğunun göstermiş olup bu çalışma sırasında yapılan ön deneylerde 60°C sıcaklığın bitüm için en uygun sıcaklık olduğu saptanmıştır. Küresel aglomerasyonu etkileyen değişkenler şunlardır :

Beslenen kömürün tane büyüklüğü
Katı/su oranı
Bağlayıcı sıvı konsantrasyonu
Çalışma ısısı
Karıştırma hızı

Bu çalışmanın amacı kömür peletlerinin taşmabilirliği ve yanma özelliklerine göre ticari değerini saptamaktır. Bu nedenle değişkenlerden, yalnız karıştırma hızı değişken olarak alınıp diğerleri aşağıdaki değerlerde sabit tutulmuştur :

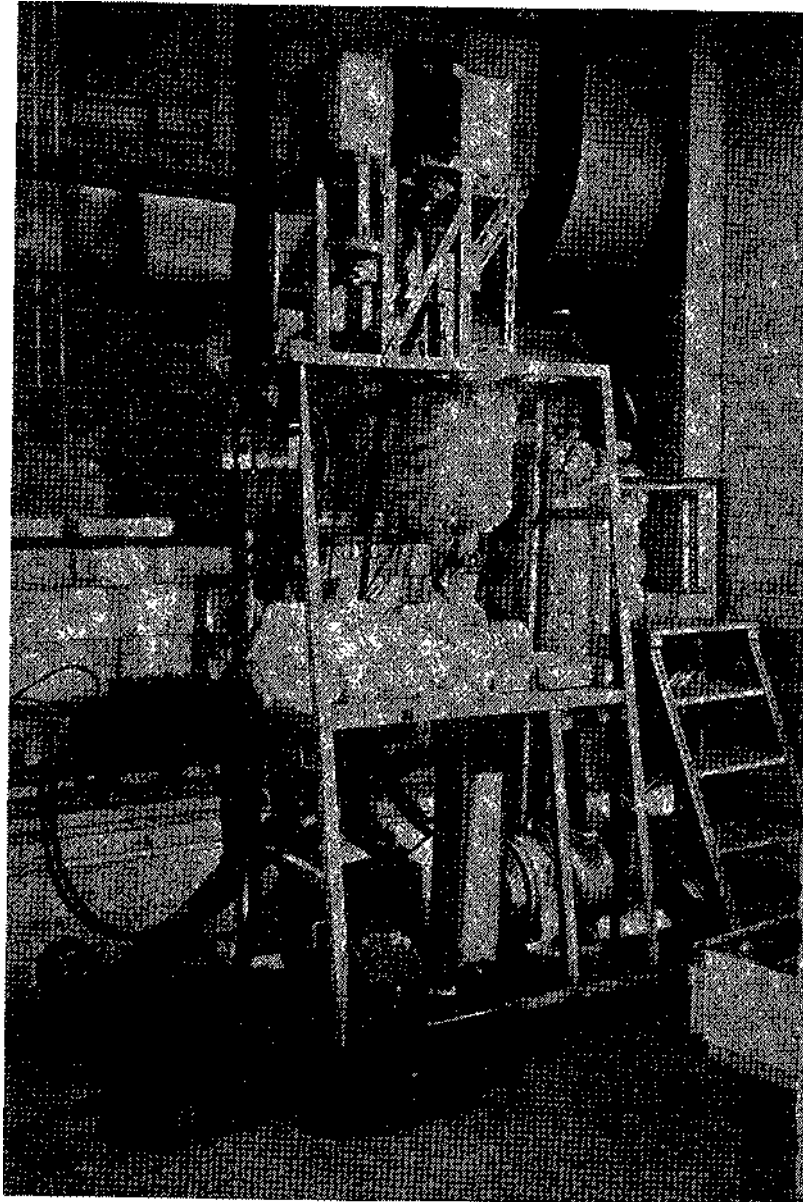
Beslenen kömürün tane büyüklüğü % 80-100 meş
Katı/sıvı oranı 0,1 g/ml
Bağlayıcı sıvı konsantrasyonu 0,25 ml/g
Çalışma sıcaklığı 60 °C
Çalışma süresi 30 dakika
Karıştırma hızı 1000,1500,1750, 2000, 2500 d/d

Taşmabilirlik, peletlerin tane büyüklüğü ve kırılmaya karşı dayanımı ile saptanır. Yanma özelliği ise kül miktarı, rutubet miktarı, kükürt miktarı ve ısı değeri ile belirlenir,

Yapılan deneylerden elde edilen peletlere uygulanan analiz sonuçları Çizelge-3 de verilmiştir. Çizelge-3 den görüleceği üzere rutubet miktarı hız arttıkça azalmaktadır. Bu da hız arttıkça peletlerin sıkılaştığı ve yüzey suyunu dışarı attığını göstermektedir.

Çizelge - 3
Bitümlü Kempt Peletlerinin Analiz Sonuçları

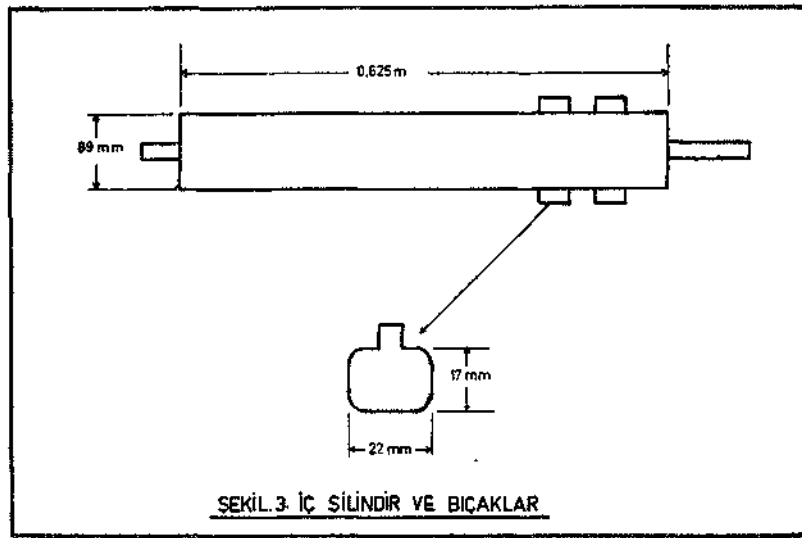
Karıştırma hızı d/ct	Rutubet miktarı %	Kil miktarı %	Ysaam> madde miktarı %	Kükürt miktarı %	Toplam ısı değeri cal/g
1000	2,01	4,20	34,29	2,16	8660
1500	1,91	4,19	34,85	2,19	8690
1750	1,80	4,09	35,89	2,20	8687
2000	1,73	4,02	35,13	2,21	8695
2500	1,63	4,02	35,41	2,23	8701

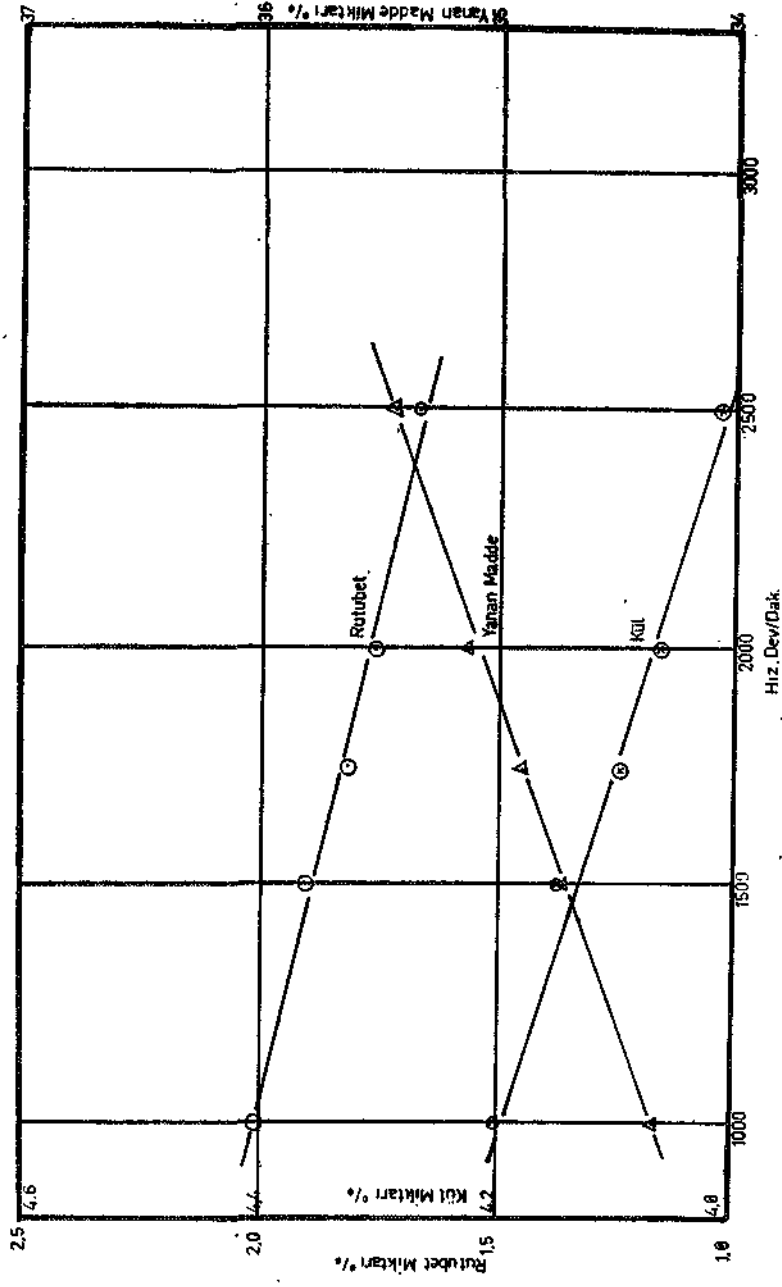


Fotoğraf — i

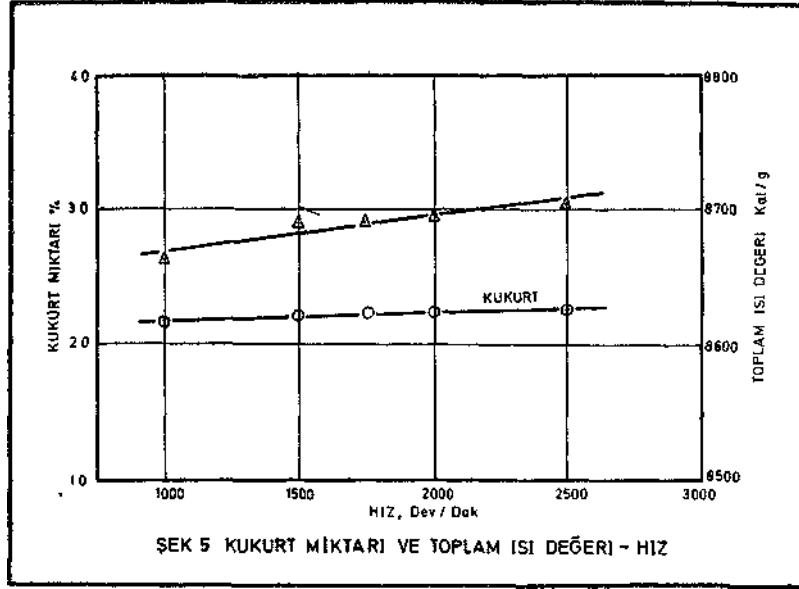
Artan hızla kül miktarının azalıp diğerlerinin artması pelettteki kömür ve bağlayıcı sıvı miktarının arttığı ve yabancı maddelerin azaldığı göstermektedir.

Brookes'un çalışmalarında (") kömür süspansiyonunun Fann döner viskosimetresinde denenmesinde Bingham sıvı hareketine uygun sonuçlar alınmıştır. Kömür süspansiyonlarının Bingham sıvı karakterinde olduğunu varsayarsak; karıştırma hızı arttıkça etken viskositeyi azaltacak ve bunun sonucu olarak sıvı hareketinin tanelerin hareketine karşı olan direncini azaltacak ve böylece tanelerin hareketi artacaktır. Böylece taneler daha büyük çarpma hızına, dolayısıyla daha iyi sıkışmış peletlerin oluşmasına yol açacaktır. Ayrıca tanelerin peletleme aygıtının iç yüzeyine sürtünmesi artacak ve bağlayıcı sıvının tam kullanılması sağlanmış olacaktır. Artan hızla daha iyi sıkışmış ve yüzey suyunu atmış peletler elde edilir. Bunun doğrulanması Şekil-4 de görülmektedir. Burada hız arttıkça rutubet miktarı azalmaktadır. İkinci bir kanıt olarak kırılma dayanımının artması gösterilebilir (Şekil-8).



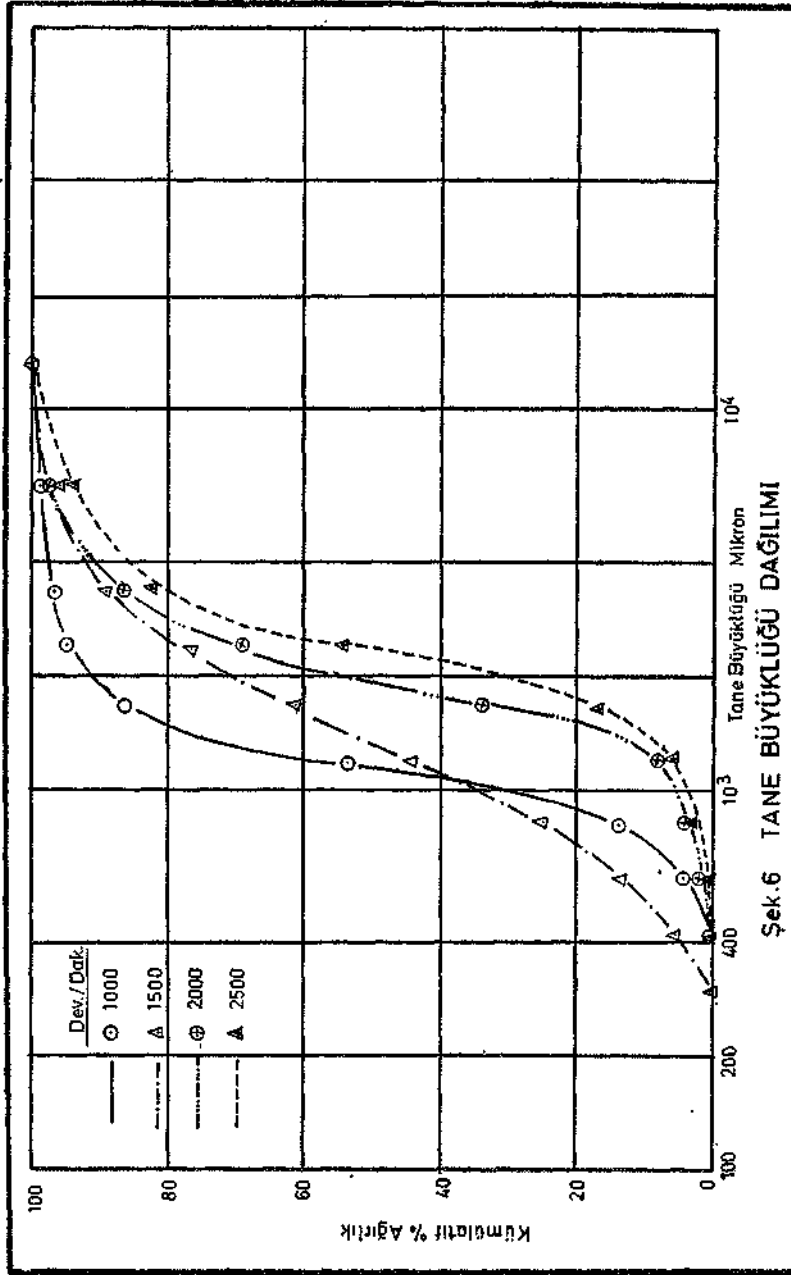


ŞEKİL. 4. ANALİZ SONUÇLARI— HIZ



İkinci olarak bağlayıcı sıvının kazanılmasının artması Çizelge - 3, Şekil - 4 ve Şekil - 5 den görüleceği üzere kül miktarının azalması, yanan madde miktarı, kükürt miktarı ve ısı değerinin artması ile kanıtlanabilir.

Karıştırma hızının artırılmasının diğer bir etkisi de Şekil - 6 da verilen tane büyüklüğü dağılımıdır. Tüm hızlar için tane büyüklüğü dağılımı aynı biçimde olmakla birlikte hız arttıkça tane büyüklüğünün arttığı görülmüştür. Bunun nedeni oluşan pelet çekirdeklerinin hızla hem birbirlerine çarparak hem de silindir iç yüzeyine sürtünerek büyümeleri gösterilebilir. Fotoğraf-2; 2000 d/d da elde edilen peletleri göstermektedir.





Fotoğraf — 2

Peletlerin *Baj&nms.* :

Peletlerin dayanımı taşmabilirlik bakımından önemli bir özellik olmakla birlikte tek bir değerle tanımını çok zordur. En basit durumda kırma yükünün uygulanmasma ve peletin elastik veya kırılğan oluşuna bağılı olacaktır. Temel yöntem olarak basit düşürme deneyi ve basma dayanım deneyi uygulanmaktadır.

Düşürme Deneyi :

Fine ve Wahl (⁸) ve diğler araştırmacılar demir cevheri peletlerini önceden seçilen yükseklikten çelik bir plakaya düşürerek deneyi uygulamış ve kırıldığı düşme sayısını kaydetmişlerdir. Bu çalışmada aynı deney uygulanmış ancak 30 kez düşürmeye karşılık hiçbir bozulma görülmemiştir.

Basma Dayanımı Deneyi :

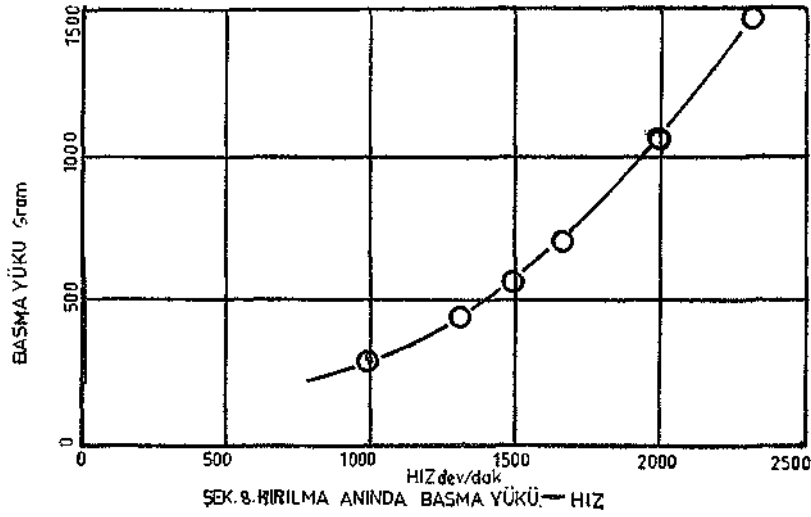
Newitt ve Conay - Jones (⁴) kum peletlerini iki paralel plaka arasında kırmış ve kırma yükünün, pelet oluşumundaki kohezyon kuvvetlerine bağılı olduğunu saptamışlardır.

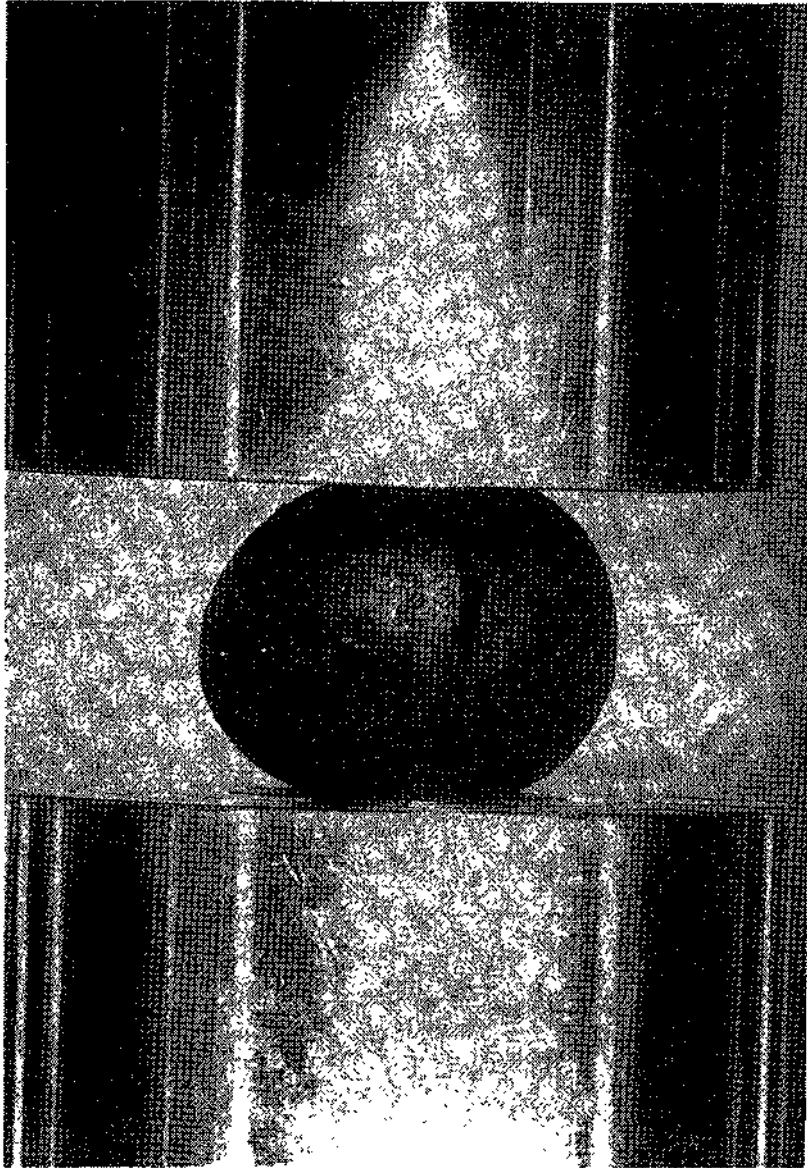
Bergtrom ve arkadaşları (⁵) peletlere yavaş yavaş basma yükü uygulayıp yük - def ormasyon eğrileri ile elastik cisim-

Kırılma yükü L genellikle pelet çapı ile aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi bağıntılıdır.

$$L = k.d^n$$

Burada; k, peleti oluşturan taneler arasındaki kohezyon kuvvetiyle ilgili faktör ve d^n de gerilme kırılmasının olduğu disk alanındaki tanelerin kenetlenmesini göz önünde bulunduran bir faktördür, n katsayısı 2 olduğunda düzenli biçimde kenetlenmiş tanelerden oluşan peletlerin dayanımı söz konusudur. Şekil - 8 de elde edilen peletlerin kırılma dayanımlarının karıştırma hızına göre nasıl değiştiği gösterilmektedir. Fotoğraf - 3 de kırılma anında peleti göstermekte-





Fotoğraf — 3

dir. Bu sonuçlardan yüksek hızlarda dayanımın arttığı, dolayısıyla peletlerin taşmabilirliği ve rutubet miktarı yönünden avantajlı bir durum ortaya çıktığı görülmektedir.

S o n u ç :

Endüstride karşılaşılan toz kömürün kazanılması sorununun çözümüne bir yaklaşım olarak geliştirilen küresel aglomerasyon tekniği incelenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Toz kömür kazanmada kullanılan flotasyon-filtrasyon - kurutma tekniğinin yerine küresel aglomerasyonun uygulanmasının ekonomik yönden daha elverişli olacağı saptanmıştır. Ayrıca toz kömürün taşınması sırasında doğan toz ve kayıpların küresel aglomerasyon yöntemiyle ortadan kalktığı ve çevre sorunu olarak görülen suların kirletilmesi de ortadan kalkmış olacaktır. Bu nedenle endüstriyel uygulamaya geçmeden önce çeşitli tesislere ek olarak küresel aglomerasyonun dizaynı, teknolojik fizibilitesi ve ekonomik analizi yapılmalıdır. Ancak bundan sonra uygulamaya geçilebilir.

K a y n a k l a r :

- 1 — Ralston, O.C. : Coal Age, Vol. 22 1922, s. 911
- 2 — Zimmerman, R.E. : Coal Technology, Vol. 3 1948 s. 2397
- 3 — Briss, A.H. and McMorris Jr, W.L. : Convertol Process: Efficient Method Removes Usable Coal from High Ash Slurries. Trans. AIME Ming. Eng. Vol. 211 1958 s. 258.
- 4 — Newitt, D.M. and Convay - Jones, J.M. : A Contribution to the Theory and Practice of Granulation. Trans. Inst. Chem. Eng. Vol. 36 1958 s. 422.
- 5 — Bergstrom, B.H., Sollenberger, C.L., Mitchell, Jr. W. : Energy Aspects of Single Particle Crushing. Trans. AIME Soc. Ming. Eng. Vol. 220 s. 367.
- 6 — Rumpf, H. : The Strength of Granules and Agglomerates «Agglomeration» Edited by Knepper, W.A. Interscience N.Y. 1962 s. 379.
- 7 — Farnand, J.R., Smith, H.M., Puddington, I.E. : Spherical Aggloration in liquid Suspensions. Canadian Journal of Chem. Eng. Vol. 39 1961 s. 94.

- 8 — Fine, M.M., Wahl, W.C. : Iron Ore Pellet Binders from Lignite Deposits. U.S. Bureau of Mines. R.I. 6564 1964.
- 9 — Kapur, P.C., Fuerstenau, D.W. : Dry Strength of Pelletized Spheres. Journal of American Ceramic Soc. Vol. 50 No. 1 1967 s. 14.
- 10 — Stevenson, C.L., Bergstrom, B.M. : New Tool to Evaluate Green Pellets. Mining Eng. Vol. 14 No. 4 1962.
- 11 — Cahn, D.S., Karpinski, J.M. : Compression Testing of Green and Dry Iron Ore Pellets. Trans. AIME S.M.E. Vol. 241 1968 s. 475.
- 12 — Meadus, F.N., Paillar, G., Sirianni, A.F., Puddington, I.E. : Fractionation of Coals by Spherical Agglomeration Methods. Canadian Min. and Met. Bulletin Vol. 61 1968 s. 736.
- 13 — Mullar, A.L., Puddington, I.E. : A Technically Feasible Agglomeration - Separation Process. Canadian Min. and Met. Bulletin Vol. 61 1968 s. 726.
- 14 — Sirianni, A.F., Coleman, R.D., Goodhue, E.C., Puddington, I.E. : Separation Studies of Iron Ore Bodies Containing Apatite by Spherical Agglomeration Methods. Canadian Min. and Met. Bulletin Vol. 61 1968 s. 731.
- 15 — Farnand, J.R., Meadus, F.W., Goodhue, E.C., Puddington, I.E. : The Beneficiation of Gold Ore by Oil Phase Agglomeration. CIM Trans. Vol. 72. 1969 s. 357.
- 16 — Sirianni, A.F., Capes, C.E., Puddington, I.E. : Recent Experience with the Spherical Agglomeration Process. Canadian Journal of Chem. Eng. Vol. 47 1969 s. 166.
- 17 — Zuiderweg, F.G., Lookeren-Campagne, N.V. : Pelletizing of Soot in Waste Water of Oil Gasification Plants. Chemical Eng. July/Aug. 1968 s. 223.
- 18 — Capes, C.E., McIlhinney, A.E., Coleman, R.D. : Beneficiation and Balling of Coal. Trans. AIME Soc. Min. Eng. Vol. 247 1970 s. 233.
- 19 — Brookes, G.F. : Drag Forces in Bingham Plastics Ph.D thesis. University of Nottingham, England 1967.
- 20 — Demirel, H. : The Formation of Hydrocarbon Based Pellets. Ph.D thesis, University of Nottingham, England 1972.
- 21 — Capes, C.E. : Basic Research in Particle Technology and Some Novel Application. Can. Journal of Chem. Eng. Vol. 54, 1976 s. 3.
- 22 — Puddington, I.E., Sparks, B.D. : Spherical Agglomeration Process. Minerals Science Eng. Vol. 7 No. 3 1975 s. 282.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

KÖMÜR MESARALLERİNİN
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE
KÖMÜR TEKNOLOJİSİNDEKİ
ÖNEMİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

KÖMÜR MASERALLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE KÖMÜR TEKNOLOJİSİNDEKİ ÖNEMİ

Gülhan ÖZBAYOĞLU *

Çetin HOSTEN **

Özet :

Bu tebliğde kömür maserallerinin zenginleştirilmesi ve kömür petroğrafisinin bazı uygulamaları ile ilgili bir laboratuvar çalışması sunulmaktadır.

Maseralleriñ farklı tane ve gravite fraksiyonlarındaki dağılımı incelenmiş ve bu özelliklerinden faydalanılarak maseral konsantreleri elde edilmiştir. Bir flotasyon devresi incelenerek maserallerin yüzebilirlikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Araştırma neticesinde serbest şişme ve Hardgrove öğütülebilirlik indekslerinin değişiminin petrografik kompozisyon ile yakından ilgili olduğu görülmüştür.

Abstract :

This paper presents a laboratory study of the enrichment of coal macerals and some applications of coal petrography.

The distribution of macerals in various size and gravity fractions was investigated and utilizing the behaviour characteristics of macerals under breakage and gravity separations reasonably pure maceral concentrates

(*) Maden Yük. Müh., Öğretim Görevlisi, O.D.T.Ü., Maden Müh. Bölümü.

(**) Maden Yük Müh., Asistan, O.D.T.Ü., Maden Müh. Bölümü.

were obtained. In addition, the floatability of macerals was indicated.

The free swelling index and the Hardgrove grindability index were found to be related to pétrographie components.

1. Girts

Kömür homojen bir madde olmayıp, farklı bitki kalıntılarından oluşan ve değişik fiziksel ve kimyasal özellikler gösteren petrografik birimlerden teşekkül etmiş olup, kömürleşme derecesine göre kompozisyonu değişen organik bir kayadır. Kömürün teknolojik özellikleri, onun petrografik yapısı ile yakından ilgilidir. Bu nedenle, kömür petrografisinin kömür teknolojisinde pratik ve faydalı bir araç olarak kullanılması yolunda ileri adımlar atılmıştır. Örneğin, kömürün petrografik birimlerinin çeşitli proseslerdeki etkinliğini önceden bilebilirsek, bütün kömürlerin yalnızca petrografik analizlerine bakarak, onların bu proseslere olan uygunluklarını tahmin etmemiz mümkün olacaktır. Bunun için, petrografik birimlerin saf olarak elde edilmesi ve kimyasal, fiziksel ve teknolojik özelliklerinin tam olarak ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Sunulan araştırmanın amacı iki yönlüdür :

1. Kömürün petrografik birimlerinin zenginleştirilmesi,
2. Kömürün petrografik kompozisyonunun öğütme ve serbest şişmeye olan etkisinin saptanması.

Araştırmada, Zonguldak Üzülmüş bölgesi «Acılık» damarı ve Kozlu bölgesi «Çay» damarının kömürleri kullanılmıştır.

Deneylerin açıklanmasına geçmeden önce, kömürün petrografik yapısından ve onun kömür teknolojisindeki bazı uygulamalarından bahsetmekte yarar vardır.

2. Kömürün Petrografik Yapısı :

Uluslararası Kömür Petrolojisi Komitesi tarafından kabul edilen Stopes - Heerlen sistemine göre (Tablo-1) taşkömürleri gözle ayırdedilebilen dört ayrı bant (kaya tipi) içer-

mektedirler *K* «Vitrain», «clarain», «durain» ve «fusain» olarak isimlendirilen bu bantların özellikleri kısaca şöyledir :

- «Vitrain» : Kömürün en parlak bantıdır. Homojen bir yapıya sahiptir. Yüzeyi konkav olan küpler şeklinde kırılır ve eli boyamaz. Kırılmandır.
- «Clarain» : Parlak olup, donuk şeritler içerir. Bileşimi «vitrain» ve «durain» oranlarına göre değişir. Kömürlerin en yaygın olan bantıdır.
- «Durain» : Kömürün donuk bantıdır. Rengi griden kahverengimsi siyaha kadar değişiklikler gösterir. Çok serttir ve kırıldığında düzgün yüzeyler vermez.
- «Fusain» : Kömür bantları arasında odun kömürünü andıran ipliksi yapısı, siyah ve grimsi-siyah rengi ile ayırdedilebilen, kırıldığında elleri boyayan çok kırılman ve toz haline gelebilen bir banttır. Bazı hallerde, içerdiği mineraller yüzünden sertlik kazanır.

Kömürün içerdiği bu makroskobik kaya tipleri mikroskop altında incelendiğinde, bunların da çok küçük birimlerden oluştuğu görülür. Bu birimlere, kayaları oluşturan inorganik ünitelere benzedikleri için mineral sözcüğünün benzeri olan «maseral» adı verilmiştir. Uygulamadaki kolaylıklarından dolayı benzer mikroskobik ve teknolojik özelliklere sahip maseraller üç grupta birleştirilmiştir. Bu gruplara «Vitrinite», «Exinite» ve «Inertinite» adları verilmiştir. Aşağıda maseral gruplarının özelliklerinden kısaca bahsedilmektedir :

- «Vitrinite» : Parlak kömürlerin en yaygın birimi olup, yansıyan ışıkta gri renkte görülür. Orijini ağaç ve ağaç kabuğu dokusuna dayanır. Karbon yüzdesi kömürleşmeye bağlı olarak değişir.

- «Exinite» : Orijini ağaç dokusu dışındaki bitkisel maddelere (lignin) dayanan bu grup maseraller, mikro ve makro sporlardan, hücrelerin dış yapılarından, reçine ve yosun artıklarından oluşur. Yansıyan ışıkta makrosporlar kırmızımsı sarı, diğerleri «vitrinite» den daha koyu bir gri renkte görülürler.
- «Inertinite» : Belirgin hücre yapısı gösterir. «Mikrinite» dışında diğerlerinin orijini bitkinin ağaç dokusuna dayanır. Yansıyan ışıkta sarımsı beyaz renkte görünürler.

Tablo 1 — Kömürün Petrografik Yapısı *

Makroskobik bantlar	Mikroskobik bantlar	Maseral grupları	Maserailler
Vitrain	Vitrite % 95 vitrinite	Vitrinite	Collinite Tellinite
Clarain	Clarite	Vitrinite (çok) Exinite ve Inertinite (az)	Sporinite Resinite Cutinite Alginite
Durain	Durite	Inertinite (çok) Vitrinite ve Exinite (az)	Fusinite Micrinite Sclerotinite Semifusinite
Fusain	Fusite	Inertinite	Fusinite

3. Maserallerin Kömür Teknolojisindeki önemi

Maserallerin kömür teknolojisindeki öneminden bahsederken, maserallerin tek tek incelenmesi yerine, grup maserallerin etkisi üzerinde durulacaktır.

3.1. Koklaştırma

Koklaştırılacak kömürlerin maseral bileşimi koklaştırmada rol oynayan en etken faktörlerdendir²⁻³. Koklaşma sırasında bazı maseraller şişerek koklaşmaya uygun özellikler gösterirken, bazıları çok az veya hiç şişme özelliği göstermezler. Koklaşmaya uygun özellikler gösterenler «etken», diğerleri ise «asal» maseraller adı altında toplanırlar. «Etken» maseraller vitrinite ve exinite maseral gruplarından oluşurken, «asal» maseraller inertinite maseral grubunun büyük bir kısmını kapsar. Etken maseraller tek başlarında koklaştırıldıklarında çok fazla şişme indeksi gösterdiklerinden uygun nitelikli kok elde edilememektedir. Belirli miktarlarda asal maseraller katıldığında kokun sağlamlığı artmaktadır. Bu da optimum niteliklerdeki kok üretimi için etken - asal maseral oranının ayarlanması gerektiğini ortaya koymuştur. O halde selektif şekilde ayrılacak maseral grupları koklaşmaya en uygun şartlarda karışımlar hazırlanmasına olanak sağlayacaktır.

3.2. Hicfarojenasyon

Maseral grupları hidrojen ilâvesine karşı değişik alınganlık gösterirler¹. Örneğin, vitrinite ve exinite derhal hidrojenasyona uğrarken, inertinite bu durumdan etkilenmez. Yapılan çalışmalar, düşük kömürleşme dereceli kömürlerin, en fazla vitrinite içeren parlak bantlarının hidrojenasyona en uygun kömürler olduğunu saptamıştır. Burada kül içeriğinin % 4 ün altında olmasına dikkat edilmektedir⁴.

3.3. Biriktleme

inertinite grup maserallerinin çoğunlukta olduğu fusain bantı, çok ince tanelere kırıldığından toplam yüzey alanının artmasına, dolayısıyla bağlayıcı sarfiyatının yükselmesine yol açmaktadır. O halde, biriktilenecek kömürden bu grup maserallerinin ayrılması, elde edilecek briketin cinsini etkileyeceği gibi bağlayıcı masrafının da azalmasına olanak sağlayacaktır⁵.

4. Maserailerin Zenginleştirilmesindeki Deneysel Yöntemler ve **Sonuçlar**⁶

Maserailerin zenginleştirilmesi için ilk evrede kırma - eleme ve yüzdürme - batırma deneyleri yapılarak maserailerin farklı fraksiyonlardaki dağılımı incelenmiş ve daha sonra temiz maseral konsantreleri elde edilmesine geçilmiştir. Aşağıda bu deneyler hakkında daha geniş bilgi verilmektedir.

4.1. Kırma - Eleme Deneyleri

Üzülmez bölgesi «Acılık» kömür damarı ve Kozlu bölgesi «Çay» damarından alınan numuneler laboratuvarında çekiçli kırıcı ile -6,35 mm'ye kırılmışlardır. Kırılan numune elenerek yedi ayrı tane iriliğine ayrılarak her fraksiyondaki maseral bileşimi saptanmış ve maserailerin tane fraksiyonlarındaki dağılımı incelenmiştir. Tablo - 2 de Acılık ve Çay damarı numunelerinin maseral bileşimi verilmiştir.

Tablo 2 — Acılık ve Çay Damarı Numunelerinin Maseral Bileşimi (hacimce yüzde olarak)

	Vitrinite	Exlmlte	ImertMte	Mineral Maddeler
Acılık numunesi	64.2	11.2	19.6	5.0
Çay numunesi	64.0	8.4	25.4	1.2

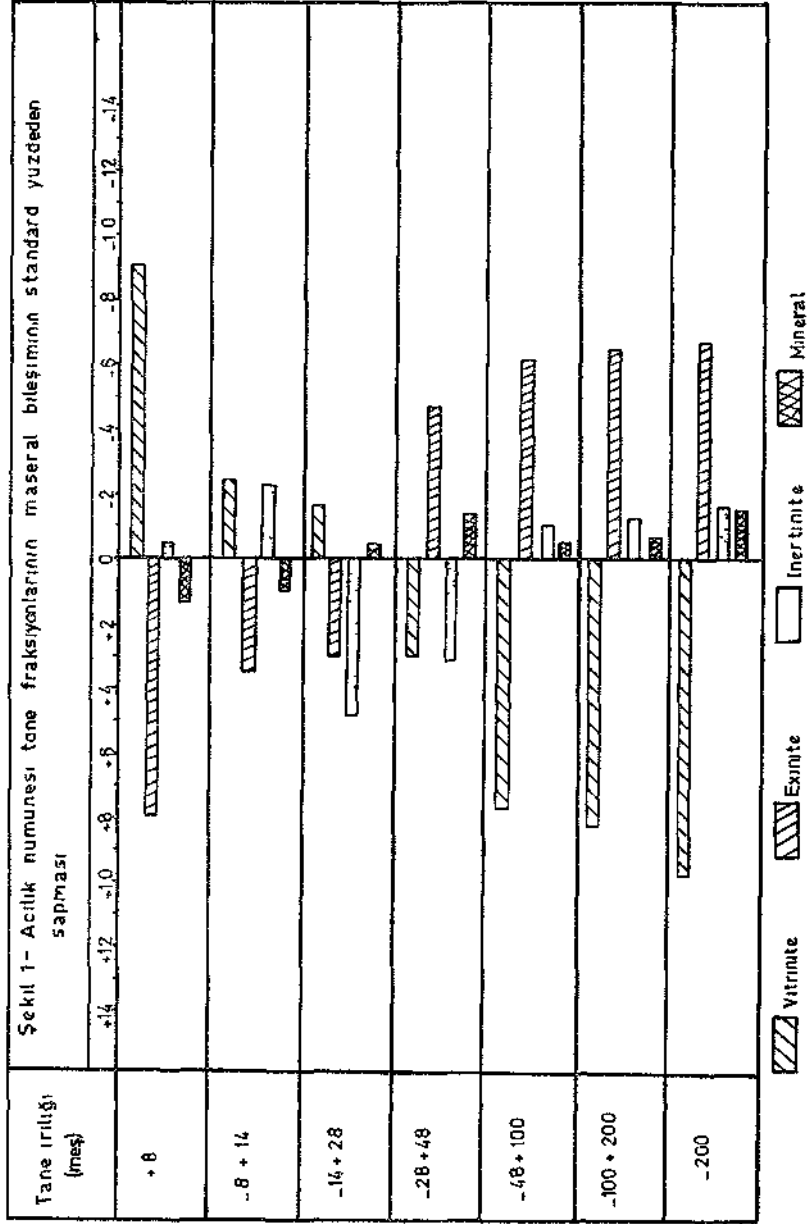
Deneysel verilerin daha açık bir şekilde izlenebilmesi için her tane fraksiyonu için saptanan maseral yüzdelerinin «standart» yüzdeden olan sapmaları hesaplanmış ve Tablo - 3 ile Şekil -1 ve Şekil - 2 de gösterilmiştir. Eğer kırma işlemi neticesinde herhangi bir maseral için belli bir tane fraksiyonunda herhangi bir artma veya azalma olmamış ise o fraksiyondaki maseral yüzdesi aynı maseralin kırıcıya giren numunedeki yüzdesine eşit olacaktır. Bu yüzde, o maseral için standart yüzde olarak alınmıştır. (+) işareti artışları, (-) ise azalmaları göstermektedir.

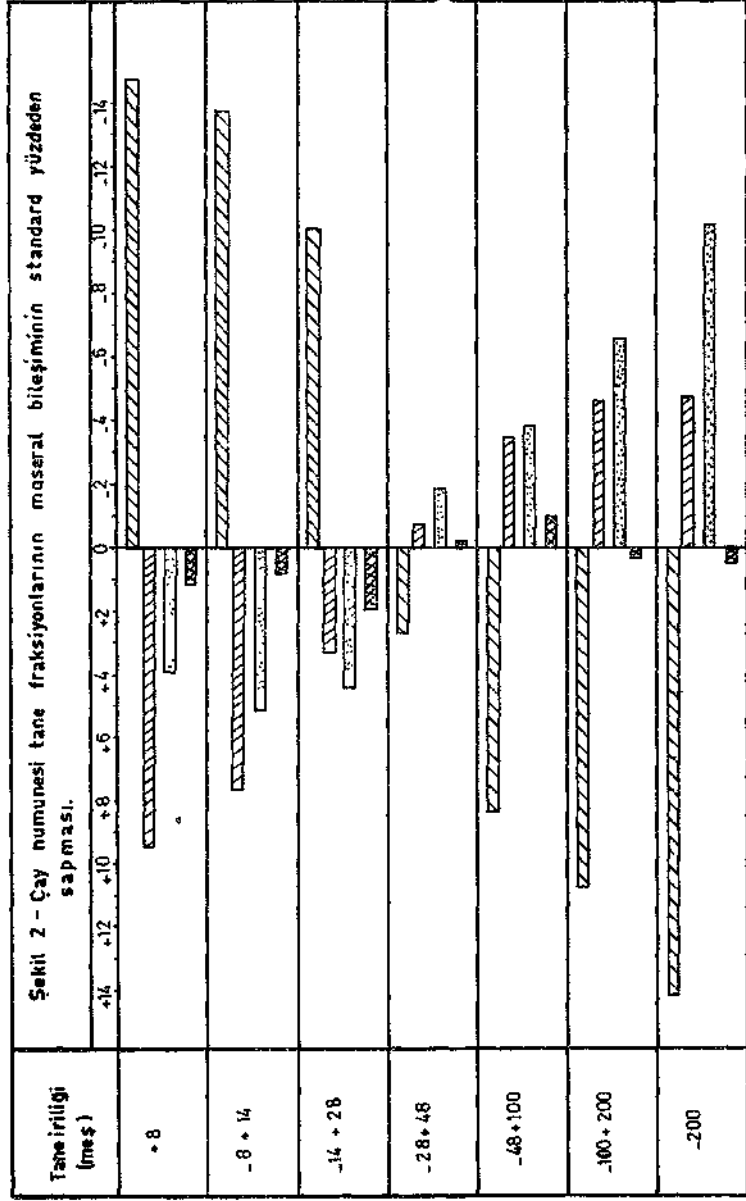
Tablo ve şekillerde görüldüğü üzere 'vitrinite ince tanelere gidildikçe zenginleşme eğilimindedir. Exinite ise iri ta-

nelerde kalmaktadır. Inertinite dağılımı her iki kömür için farklılıklar göstermiştir. Acılık numunesinde, daha çok ara irilikteki tanelerde, çay kömürü numunesinde ise genellikle iri tanelerde toplanmıştır. Beraberinde fazla inertinite olmaksızın vitrinite'in ince tanelerde zenginleşmesi Çay damarı kömürü için iyi bir özellik olabilir.

Tablo 3 — Tane Fraksiyonlarının Saptanan Maseral Bileşim, lerinin Standart Yüzdeden Sapması (¥ : Vitrinite, E : Exinite, I : inertinite, M : Mineral, AV : Vitrinite için standart yüzdeden sapma, AE : Exinite için standart yüzdeden sapma, AI : Inertinite için standart yüzdeden sapma, AM : Mineral için standart yüzdeden sapma).

Acılık Kömürü	V	E	I	M
+ 8 ineş	- 9,0	+ 8,0	- 0,4	+ 14
- 8 + 14 meş	- 2,4	+ 3,6	- 2,3	+ 1,1
- 14 + 28 meş	- 1,6	- 2,9	+ 4,9	- 0,4
- 28 + 48 meş	+ 3,0	- 4,7	+ 3,1	- 1,4
- 48 + 100 meş	+ 7,7	- 6,2	- 1,0	- 0,5
-100 + 200 meş	+ 8,3	- 6,4	- 1,2	- 0,7
- 200 meş	+ 9,8	- 6,7	- 1,6	- 1,5
Çay Kömürü	¥	E	I	M
+ 8 meş	-14,7	+ 9,5	+ 3,9	+ 1,3
- 8 + 14 meş	-14,0	+ 7,8	+ 5,2	+ 1,0
- 14 + 28 meş	-10,0	+ 3,5	+ 4,4	+ 2,1
- 28 + 48 meş	+ 2,7	- 0,7	- 1,9	- 0,1
- 48 + 100 meş	+ 8,3	- 3,4	- 3,9	- 1,0
-100 + 200 meş	+ 10,8	- 4,6	- 6,6	+ 0,4
- 200 meş	+ 14,1	- 4,7	-10,2	+ 0,8





Etken (vitrinite + exinite) ve asal (inertinite) maserallerin dağılımını göstermek üzere etken/asal oranları hesaplanmış ve Tablo - 4 de gösterilmiştir. Genel eğilim, tane iriliği azaldıkça oranın artması doğrultusundadır.

Tablo 4 — Tane **Fraksiyonlarındaki** Etken/Asal Oranları

Tane Ebada (Meş)	Etken/Asal Oram	
	Acılık Numunesi	Çay Numunesi
+ 8	2,90	2,03
— 8 + 14	3,28	1,96
— 14 + 28	2,44	2,06
— 28 + 48	2,80	2,90
— 48 + 100	3,33	3,40
—100 + 200	3,40	3,68
— 200	3,66	4,50

4.2. Yüzdürme - Batırma Deneyleri

Acılık numunesi tane fraksiyonları ile yüzdürme - batırma deneyleri yapılarak maserallerin zenginleştirilmesine çalışılmıştır. Özgül ağırlıkları 1,30; 1,35 ve 1,40 olan sıvılarla yapılan deneylerde her gravite fraksiyonunun maseral bileşimi saptanarak etken/asal oram hesaplanmıştır.

Her tane fraksiyonu için yüksek gravite fraksiyonlarına doğru etken/asal oranının azaldığı görülmüştür (Tablo-5).

Tablo 5 — Yüzdürme Batırma Deneylerinde Etken/Asal Oranları

Tane Ebada (Meş)	Özgül Ağırlık	Etken/Asal Oram			
		—1,30	1,30 + 1,35	—1,35—1,40	+ 1,40
—100 + 200		14,22	4,32	2,16	1,10
— 48 + 100		10,99	5,63	2,06	0,94
— 28 + 48		12,12	5,31	2,86	1,01
— 14 + 28		43,05	7,33	2,22	0,75
+ 14		95,15	13,71	3,41	0,37
— 200	İşleme sokulmadı				

Tane iriliği azaldıkça maserallerin serbestleşme olasılıkları arttığından, daha iyi ayrışma olduğu açıktır.

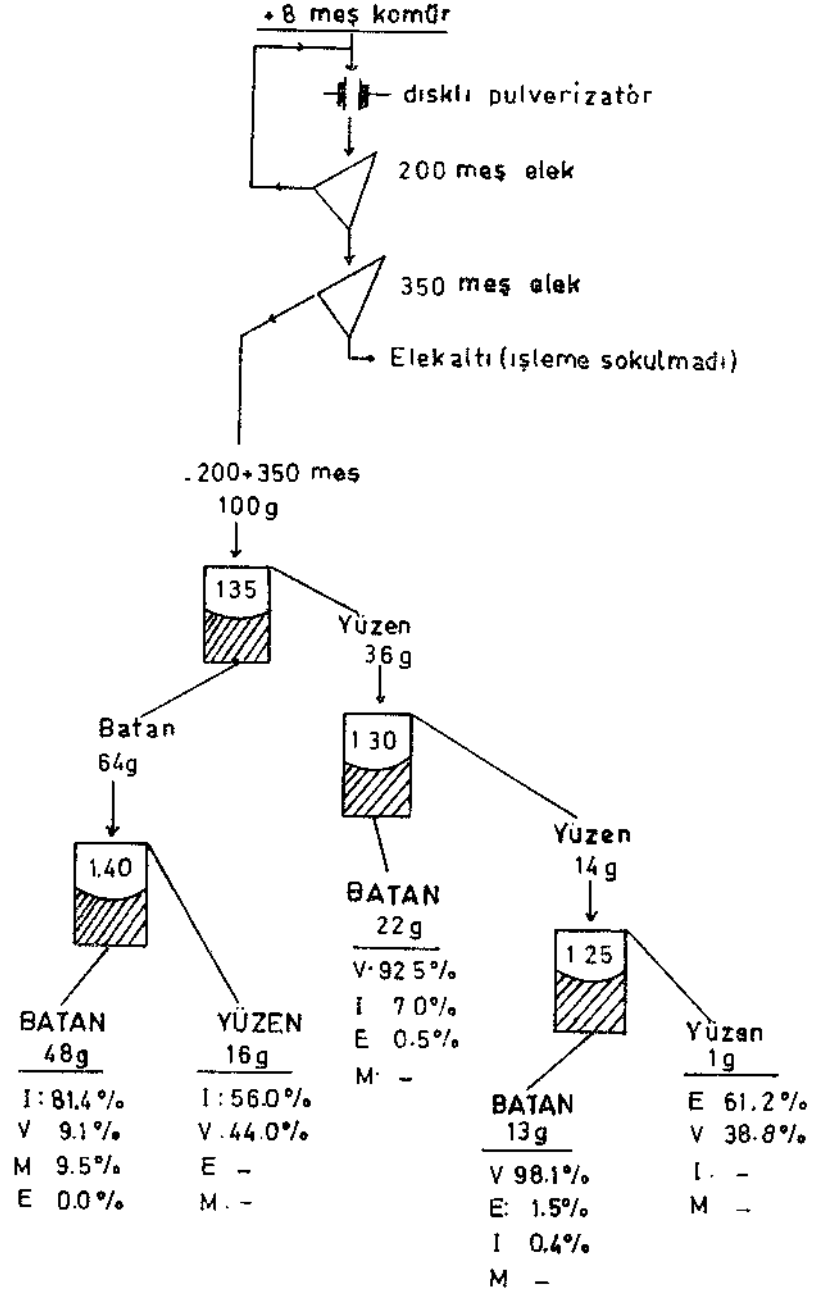
4.3. Temiz Maserale Konsantreleri Elde Edilmesi

Temiz maserale konsantreleri elde etmek amacı ile maserallerin kırma ve yüzdürme - batırma deneylerindeki davranış farklılıklarından faydalanılmıştır.

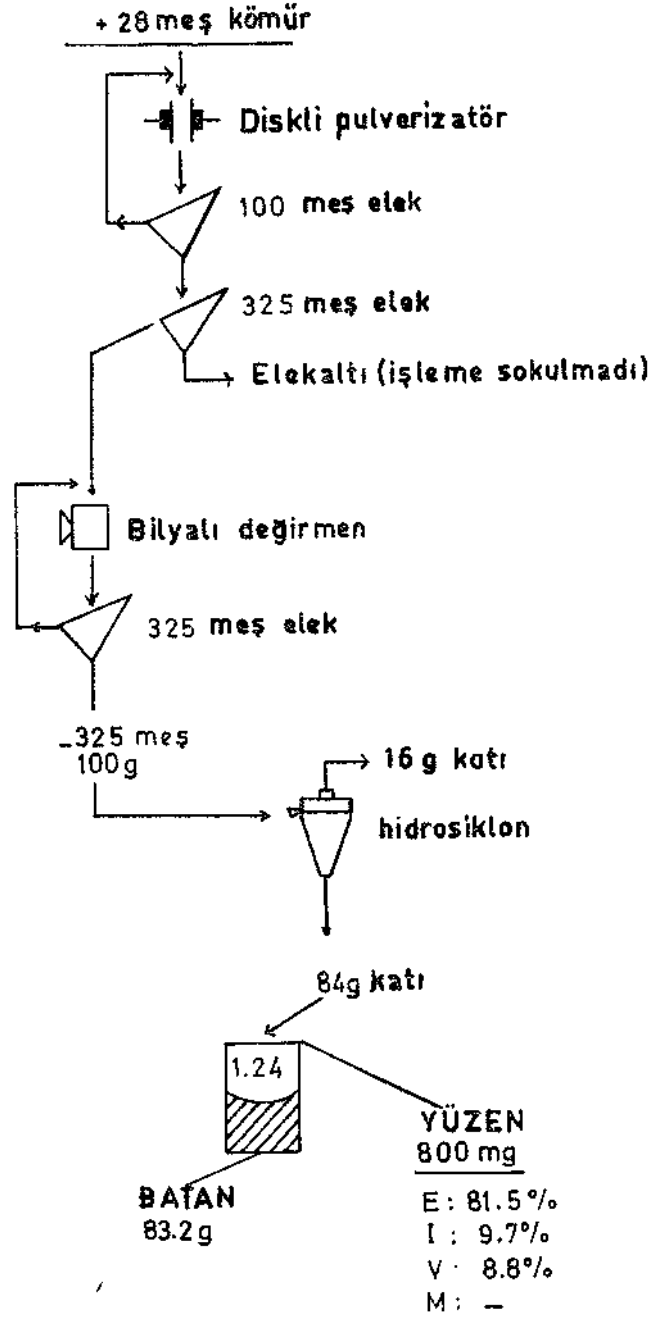
Bu evredeki deneylerde çok ince tanelerle çalışıldığından, yüzdürme ve batırma deneyleri organik sıvılarla yapılmış ve tanelerin çökme hızını arttırmak için santrifüj kullanılmıştır.

Deneyler neticesinde görülmüştür ki, vitrinite konsantrasyonu sorun yaratmamaktadır. — 200 + 350 meş'lik tane fraksiyonunun 1,25 -1,30 gravite fraksiyonunda hacimce % 98,1 saflıkta vitrinite konsantrasyonu elde edilebilmektedir (Şekil-3). 1,25 özgül ağırlıklı sıvıda yüzen kısım ise exinite yönünden zengindir, fakat çok miktarda da vitrinite içermektedir. Inertinite grup maserali adı altında toplanan «semi - fusinite» ve «masif micrinite» gibi maseraller özellikleri açısından diğer maseraller arasında geçiş niteliğinde olduklarından, bu grup maserallerin zenginleştirilmesi sorun yaratmaktadır. 1,40 özgül ağırlığındaki sıvıda batan kısımda inertinite miktarı % 81,4 e kadar yükseltilebilmiştir.

Daha temiz exinite konsantrasyonu elde edebilmek için «Çay» kömürünün exinite yönünden diğer tane fraksiyonlarına oranla daha zengin olan + 28 meş'lik kısmı 100 meş'e öğütülmüş ve vitrinite yüzdesi fazla olan —325 meş fraksiyonu devreden çıkarılmıştır. — 100 + 325 meş fraksiyonu tekrar — 325 meş'e öğütülmüş ve yine ince tanelerdeki «vitrinite» i atmak için hidrosiklonla bu fraksiyonun % 16 lık ince tane fraksiyonu devreden çıkarılmıştır. Arta kalan kısım 1,24 özgül ağırlıklı sıvıda işleme sokulduğunda yüzen kısmın % 81,5 exinite içerdiği görülmüştür (Şekil-4).



Şekil 3- Acılık kömürü maserallerinin zenginleştirilmesi



Şekil—4
Çay Kömüründen Exinite Zenginleştirilmesi

5. Maseralerin Flotasyon Ürünlerindeki Dağılımı*

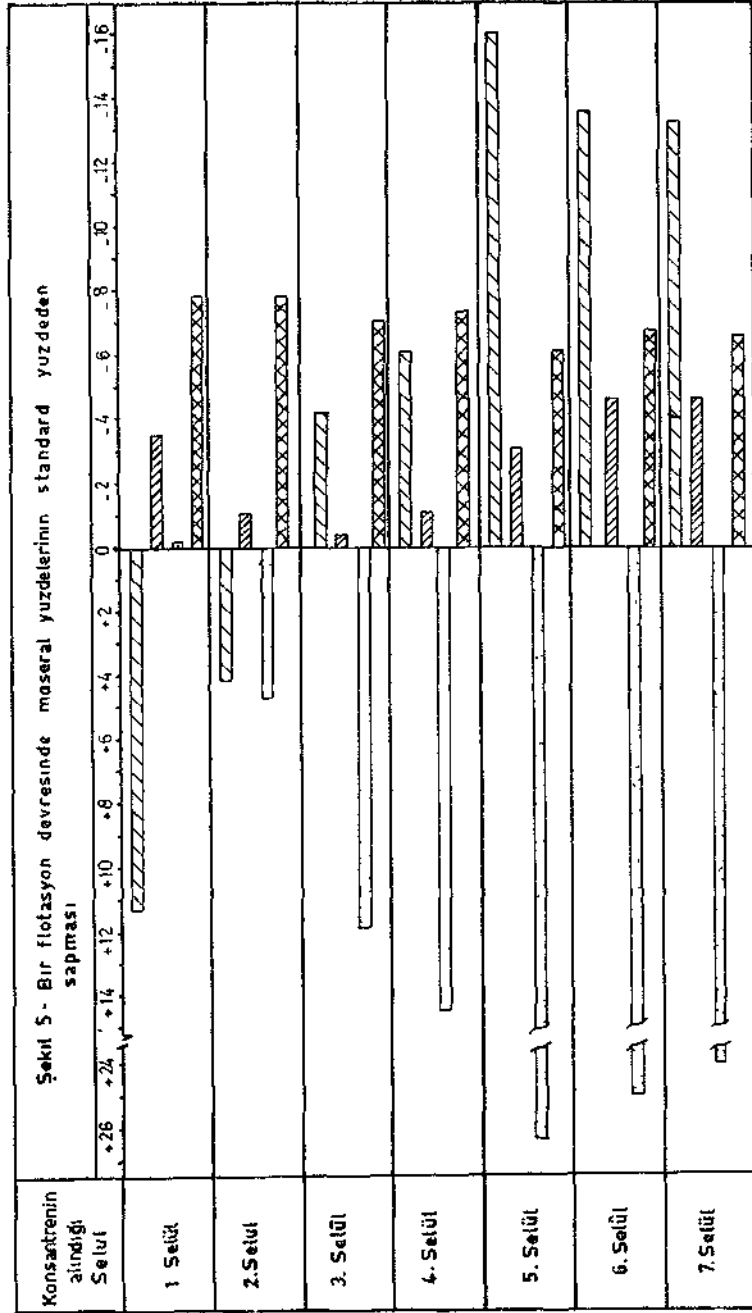
Bu amaçla Zonguldak Merkez lavvarı flotasyon bataryasından alınan numunelerin petrografik analizleri yapılmış ve Tablo - 6'da verilmiştir.

Tablo 6 — Flotasyon Devresinde Maserallerin Dağılımı

	Vitrinite	Exmite	Inerttoite	Mineral
Tüvenan	71,9	6,7	133	8,1
1. Selül konsantresi	83,3	3,2	13,2	0,3
2. Selül konsantresi	76,1	5,6	18,0	0,3
3. Selül konsantresi	67,6	6,3	25,1	1,0
4. Selül konsantresi	65,8	5,6	27,9	0,7
5. Selül konsantresi	55,8	3,7	39,8	0,7
6. Selül konsantresi	58,2	2,0	38,3	1,5
7. Selül konsantresi	58,6	2,0	37,8	1,6
Artık	15,2	1,3	6,3	77,2

Şekil - 5'te ise Tablo - 6'da verilen maseral yüzdelерinin standart yüzdeden (0) sapmaları gösterilmiştir.

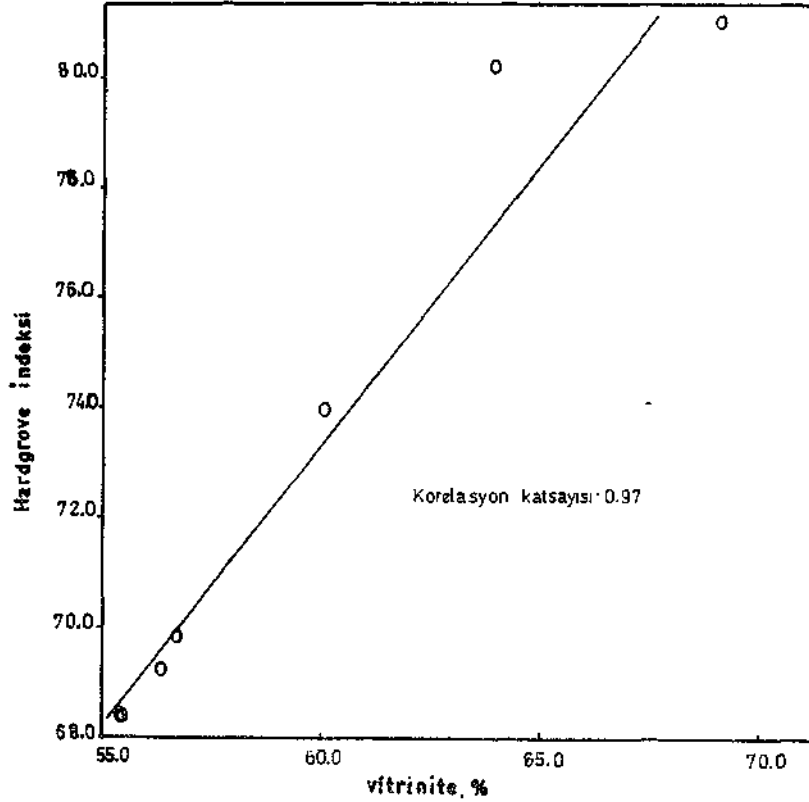
Şekilden görüldüğü üzere vitrinite en yüksek flotasyon hızına sahiptir ve ilk selüllerde görünür bir konsantrasyon vardır. Inertinite yüzdesinin son selüllere doğru artması inertinite'in yüzebilirliğinin diğerlerine oranla düşük olduğunu göstermektedir.



6. Hardgrove Öğütülebilirlik ve Serbest Şişme İndeksi Deneyleri⁶

Petrografik kompozisyonunun kömürün bazı teknolojik özellikleri üzerine olan etkisini incelemek amacı ile «Çay» damarı numunesi üzerinde öğütülebilirlik ve serbest şişme deneyleri yapılmıştır.

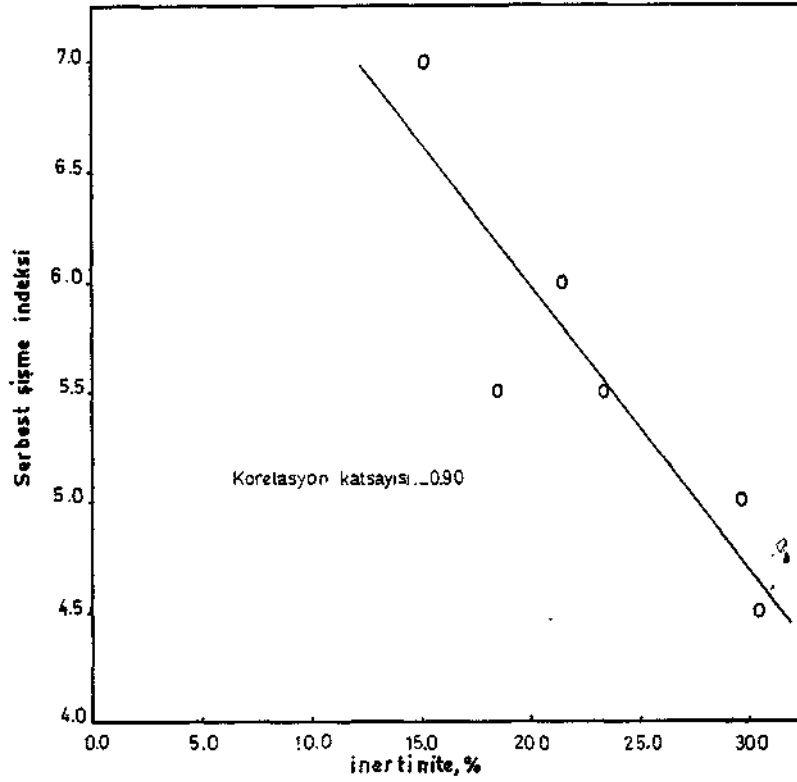
Petrografik kompozisyonu farklı numunelerle yapılan «Hardgrove» öğütülebilirlik deneylerinde, numunenin vitrinite miktarı arttıkça Hardgrove öğütülebilirlik indeksinin de arttığı görülmüştür (Şekil - 6).



Şekil 6- Hardgrove öğütülebilirlik indeksinin vitrinite ile bağıntısı

Çay numunesinin tane fraksiyonları üzerinde yapılan serbest şişme indeksleri 4 1/2 ile 7 arasında değişme göstermiştir (Tablo - 7). Bu değerlerin petrografik veri ile korelasyonları yapıldığında, en iyi korelasyonun inertinite yüzdesi ile elde edildiği görülmüştür (Şekil-7). Artan inertinite yüzdesi, şişme indeksinin azalmasına neden olmuştur.

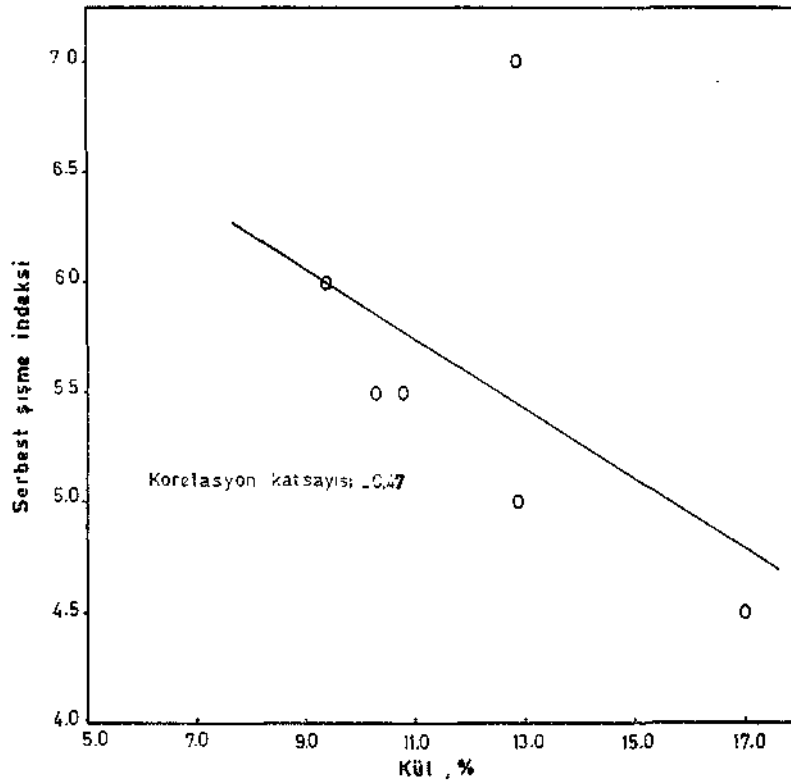
Kül miktarı ile şişme indeksi arasındaki bağıntının ise düşük korelasyon katsayısı verdiği saptanmıştır (Şekil-8).



Şekil 7- Serbest şişme indeksinin inertinite ile bağıntısı.

Tablo 7 — Çay Numunesi Tane Fraksiyonlarının Serbest Şişme İndeksleri

Tane büyüklüğü (meş)	Şişme indeksi	Petrografik Kompozisyon (%)			
		Vitrinite	Exinite	Inertinite	Mineral
— 8 + 14	4 1/2	50,0	16,2	30,6	3,2
— 14 + 28	5	54,0	11,9	29,8	4,3
— 28 + 48	5 1/2	66,7	7,7	23,5	2,1
— 48 + 100	6	72,3	5,0	21,5	1,2
— 100 + 200	5 1/2	74,8	3,8	18,8	2,6
— 200	7	78,1	3,7	15,2	3,0



Şekil 8 - Serbest şişme indeksinin kül ile bağıntısı

7. Sonuçlar :

Yukarıda açıklanan çalışmaların ışığında aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir.

- 1 — Kıırma ve eleme işlemleri maserallerin dağılımında önemli bir etkindir.
- 2 — Vitrinite ince tanelerde, exinite iri tanelerde kalma eğilimindedir. Inertinite ise bu açıdan farklılıklar göstermektedir.
- 3 — Yüzdürme - batırma işlemleri etken maserallerin hafif gravite fraksiyonlarında toplanmasına neden olmaktadır.
- 4 — «Vitrinite» in kolaylıkla temiz konsantreler halinde elde edilebilmesine karşı, «exinite» ve «inertinite» konsantrasyonu sorunsaldır.
- 5 — Vitrinite inertinite'e oranla daha yüksek yüzebilirliğe sahiptir.
- 6 — Serbest şişme ve öğütülebilirlik değerlerinin petrografik kompozisyon ile yakından bağıntısı vardır. Asal maserallerin fazlalığı şişme indeksini düşürmekte, artan vitrinite oranı ise öğütmeyi kolaylaştırmaktadır.

K a y n a k l a r :

- 1 — International Handbook of Coal Petrography, 2nd Edition, International Commission for coal petrology, Centre National de a Recherche Scientifique, Paris, 1963.
- 2 — SHAPIRO, N., GRAY, R. O. : «The Use of Coal Petrography in Coke - making», Journal of Inst. Fuel. Haziran, 1964, s. 234.
- 3 — HARRISON, J. : «Coal Petrography applied to coking problems», Proc. of the Illinois Min. Inst. 1961, s. 18.
- 4 — LOWRY, N. H. : «Chemistry of coal utilization», Spp. Volume, John, Wiley and Sons, London, s. 1043.
- 5 — Stach, E. : «The Significance of pétrographie methods of Investigation for the upgrading of coal», Lehrbuch der Kohlenmikroskopie, 1949, s. 236.
- 6 — HOSTEN, . : «Enrichment of Coal Macerals and Some Applications of Coal Petrography», M.S. thesis, 1976, O.D.T.Ü.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18 2/1977.dsı salonu/ankara**

GERİLİM ENERJİSİ BAZLI
ÜÇ MATEMATİK
UFALAMA MODELİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

GEBİLİM ENERJİSİ BAZLI ÜÇ MATEMATİK UFALAMA MODELİ

Dr. Erdoğan YİĞİT *

Özet:

Ufalamada çok sözü edilen bir parametre birim yeni yüzey enerjisi, erg/cm^2 deyimidir. Bu birimin tabiatıyla katı maddelerin kırılması esnasında sarfedilen birim gerilme enerjisi, $e = \frac{\sigma^2}{2E}$, erg/cm^3 ile yakın alakası vardır.

Çekme gerilmesi altında kırıldığı kabul edilen üç matematik modelde - ilk ikisi statik yükleme ve sonuncusu dinamik yükleme - birim yeni yüzey enerjisi birim gerilme enerjisinden faydalmarak hesaplanmıştır..

Kalker, Kuartz, Kalsit ve Cam için literatürde bulunan ortalama fiziksel değerler bu üç model için bulunan formüllerde kullanılmış olup hesaplanan birim yeni yüzey enerjileri deneysel ve teorik değerlerle karşılaştırılmışlardır.

Modellerin hesaplanan değerleri deneysel değerlere oldukça yakın olup modellerin uygulamada kullanılma imkânları olduğu ortaya çıkmaktadır.

Abstract ;

A parameter of interest in the theory of comminution is the energy absorbed per unit new surface produced,

(*) Ege Üniversitesi, Maden Bölümü, Bornova - İzmir.

erg/cm². Naturally this unit has certain relation to the strain energy per unit volume of the solid at fracture. Unit new surface energy is calculated from three mathematical models: the first two »ander static loading and the third under dynamic loading assuming fracture by tensile stresses.

The average physical characteristics of Limestone, Quartz Calcite and Glass which are found in the literature are used in the formulas of these three mathematical models. The calculated values of the new surface energies from these models are compered with experimental and theoretical values.

The values from these models are reasonably close to those from experiments consequently there is the possibility for application of these models in practice.

Giriş:

Halihazırda bellibaşlı üç ufalama kanunu bulunmaktadır. Bu kanunların hepsi ilkönce Charles (1957) tarafından önerilen, sarfedilen enerji ile tane büyüklüğü arasındaki aşağıdaki bağıntıdan çıkabilir :

$$dE = - \frac{dx}{x^n}$$

burada;

E = enerji

k = bir sabite

x = tane büyüklüğü

n = diğer bir sabite

n'in değerini sırasıyla 1, 1,5 ve 2 aldığımız zaman yukarıdaki bağıntının entegrasyonundan yeni sırasıyla Kick, Bond ve Rittmger kanunlarını elde ederiz.

$$\int_0^E dE = \int_{x_1}^{x_2} -k \frac{dx}{x^n}$$

$$E = - 2,3.k.log \left(\frac{x_1}{x_2} \right) \text{ Kick Kanunu}$$

$$\int_0^E de = \int_{x_1}^{x_2} -k \frac{dx}{x^{1.5}}$$

$$E = 2k. \left(\frac{1}{\sqrt{x_2}} - \frac{1}{\sqrt{x_1}} \right) \text{ Bond Kanunu}$$

$$\int_0^E dE = \int_{x_1}^{x_2} -k \frac{dx}{x^2}$$

$$E = k. \left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1} \right) \text{ Rittinger Kanunu}$$

Charles'ifi genel formülünden, çıkan bütün ufalama kanunlarının teorik olarak uygulamaları çok sınırlı olup bir fiziksel kanun dayanağından yoksundurlar. Bu kanunlardan yalnızca Kick kanunu bir bakıma bir fizik kanununa - Hook kanununa - dayanıyor kabul edilebilirki o da ileri sürüldüğü şekilde esaslı bir eksikliğe sahiptir :

1. Şekil benzerliği ve yükleme çeşidinin önemi belirtilmemiştir. Bu olmayınca değişik yüklemelerin yani değişik ufalama makinaların ürünleri veya aynı tip makinaların fakat kapasiteleri farklı ufalama makinaların ürünleri arasında yanlış olarak münasebet kurulmaktadır.

2. Nihai olarak hasıl olacak kırılmanın geometrisi veya ufalama ürününün tane dağılımı hakkında bir açıklık yoktur. Bu eksiklik kırılan malzemenin nihai geometrisine göre gerekli enerjinin, tahminini imkânsız kılmaktadır. Prensip olarak enerji sarfiyatı her kırılma kademesinin tane dağılımı verildiğinde ancak hesaplanabilir.

üç Matematik ufalama Modeli :

Bir malzemenin basınç veya çekme gerilmeleri altında parçalanması veya iki parçaya ayrılması için gerekli gerilim enerjisi katı malzeme hacmi başına şu şekilde verilir : (Beke 1964)

$$e = \frac{\bar{\sigma}^2}{2E}, \text{ erg/cm}^3$$

burada;

σ = Kırılma gerilmesi (basınç veya çekme), dyn/cm²

E — Elastisite modülü, dyn/cm²

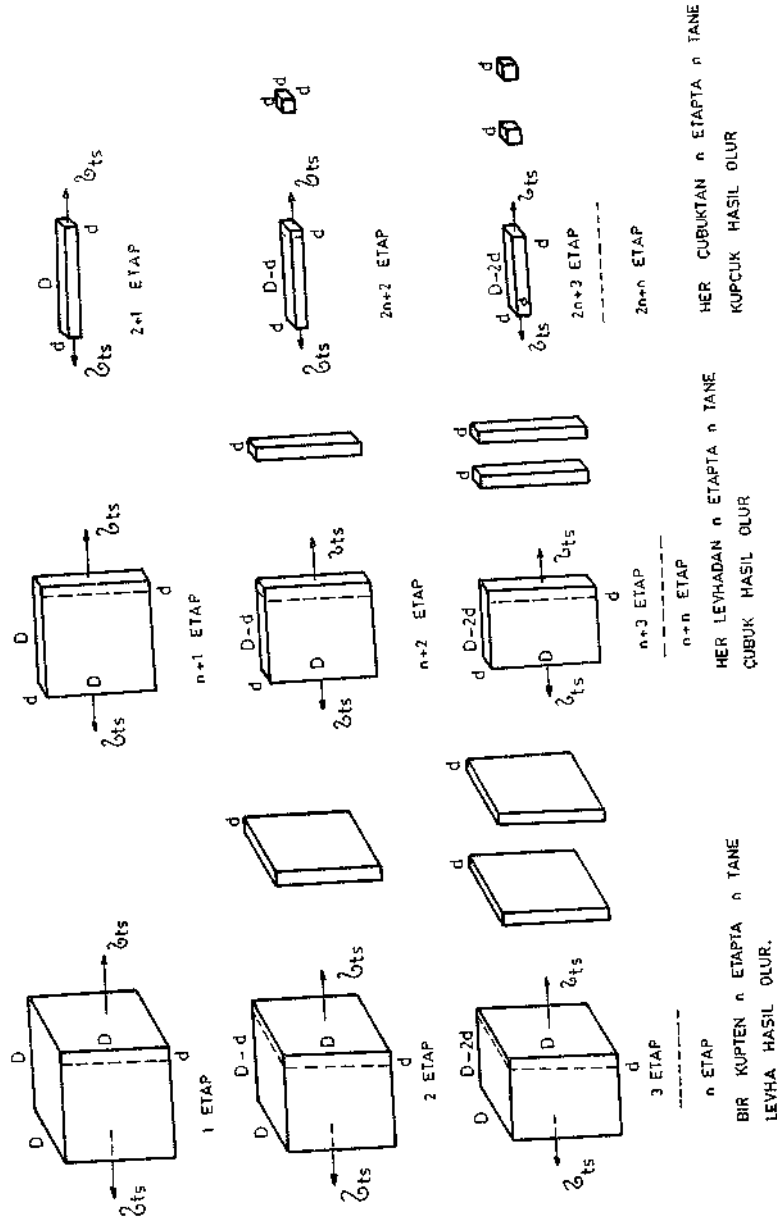
Kırılma için gerekli gerilim enerjisi malzemeye basınç veya çekme gerilmesi tatbik edilmesine göre başka başka değerler alacaktır. Bilindiği gibi taş gibi katı malzemede basınç mukavemeti çekme mukavemetinin birkaç katıdır. Bu demektir ki bir taş basınç gerilmesi altında kırılmak istenirse çok daha fazla enerjiye gerek duyulacaktır. Fakat üzerinde durulması gereken diğer bir husus basınç ve çekme gerilmeleri altında meydana gelen ufalamada malzemenin tane dağılımındaki farklılıktır. Basınç gerilmesi altında kırılan bir taş Smekal modeli (1936) denen bir kırılma düzeni gösterir ki düzende malzeme irili ufaklı bir çok parçaya bölünmüştür. Çekme gerilmesi altında kırılma halinde ise malzeme genellikle iki parçaya bölünmektedir.

Ufalamada karşılaşılan diğer bir gerilme dinamik gerilme denilen şok dalgaları altında hasıl olan yükleme çeşididir. Bu halde malzeme, yansıyan basınç dalgalarından hasıl olan çekme gerilmesine maruz kalıp kırılmaktadır. Dinamik yükleme halinde malzeme statik çekme gerilmesine nisbetle takriben iki misli bir yüke tahammül edebilmektedir. (Reinhart 1960).

Aşağıdaki üç matematik modelde kırılmanın çekme gerilmesi altında olduğu kabul edilip birim yeni yüzey enerjisi ile gerilim enerjisi arasında bir bağıntı bulmaya çalışılmıştır. Bu yapay modellerin pratikte karşılaşılan bir ufalama işlemini tam manasıyla temsil ettikleri tabii söylenemez. Matematik modellerde malzemenin ilk şekli küp olarak seçilmiş belli ufalama oranlarında küçük küpçükler elde edileceği kabul edilmiştir.

1. Levha Halinde Kırılma Modeli

Model şekil - 1 de gösterilmektedir. Bu modelde D kenarlı bir başlangıç küpünden d kenarlı küpçükler elde edilmektedir. Bu halde R ufalama oranı D/d olmaktadır. R ufalama oranını sağlamak için gerekli etap sayısı 3n olup R = n dir.



Şekil 1 Levha halinde kırılma modeli

$$e = \frac{\delta_{ts}^2}{2E}, \text{ erg/cm}^3$$

burada;

δ_{ts} = statik çekme gerilmesi

$$e_1 = e.D^3$$

$$e_2 = e.D^2.(D-d)$$

$$e_3 = e.D^2.(D-2d)$$

.....

$$e_n = e.D.(D-4n-1)d$$

$$\begin{aligned} E_x &= \sum_{i=1}^n e_i = e.D^2.(D + (D-d) + (D-2d) + \dots + (D-(n-1)d) \\ &= e.D^2.(R.D-d(1 + 2 + \dots + (R-1))) \\ &= e.D^2.(R.D - \frac{d(R-1)}{2} . R) \\ &= e.D^2. \frac{2R.D - d(R-1)}{2} \end{aligned}$$

Yukarıdaki toplam x eksenini boyunca sarfedilen enerji toplamıdır, d kenarlı küçükler elde etmek için işlemin x,y ve z eksenleri boyunca tekrarı gerekir.

$$E_{\text{Toplam}} = 3.e.D^3 . \frac{R+1}{2} . \text{ erg}$$

Birim hacme tekabül eden enerjiyi bulmak için de yukarıdaki ifadeyi küpün hacmi D^3 ile bölmemiz lazımdır. O halde:

$$E_T = 3.e. \frac{R+1}{2}, \text{ erg/cm}^3$$

Birim yeni yüzey enerjisini bulmak için ayrıca yukarıdaki ifadeyi birim hacim başına üretilen yeni toplam yüzeye bölmeliyiz :

$$s = \frac{6(R-1)}{D}, \text{ cm}^2/\text{cm}^3$$

$$E_{\text{Yüzey}} = 3.e. \frac{R+1}{2} / \frac{6(R-1)}{D} = 1/4.e.D. \frac{R+1}{R-1}, \text{ erg/cm}^2$$

2. Yarı Yanya $Kmlm\beta$ Modeli

Bu model de şekil - 2. de gösterilmektedir. Bu modelde de

D kenarlı bir basınç küpünden 2 kenarlı küpçükler elde edildiği kabul edilmiştir. Bu halde de R ufalama oranı D/d ve bu R ufalama oranını sağlamak için gerekli etap sayısı 3n'dir. Burada $n = 3,3 \text{ Log } R + 1$ dir.

$$e = \frac{\delta_{ts}^2}{2E}, \text{ erg/cm}^3$$

$$e_1 = e.D^3$$

$$e_2 = 2.e.D^2 \text{ (D/2)}$$

$$e_3 = 4.e.D^2 \text{ (D/4)}$$

.....

$$e_n = 2^{n-1}.e.D^2 \text{ (D/2}^{n-1}\text{)}$$

$$E_x = \sum_{i=1}^n e_i = n.e.D^3 = e.D^3. (3,3 \text{ Log } R + 1)$$

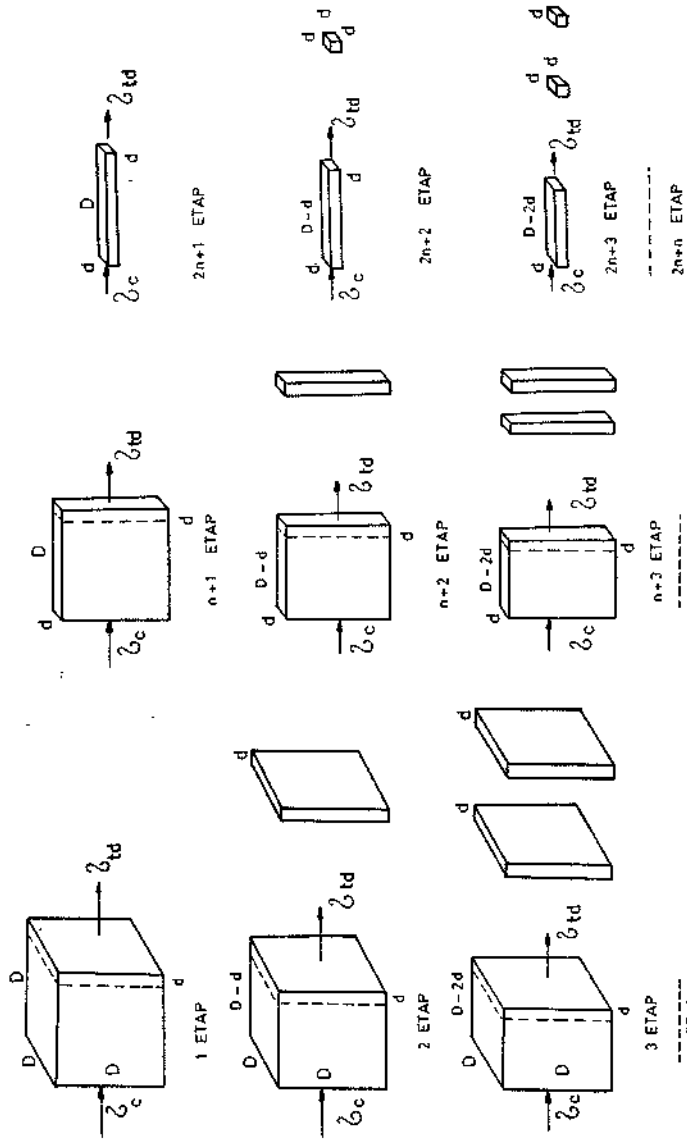
Burada da yukarki modelde olduğu gibi aynı işlemler sonucu aşağıdaki birim yeni yüzey enerjisi formülü bulunur:

$$E_{\text{yuzey}} = 1/2.e.D. \frac{3,3 \text{ Log } R + 1}{R - 1}, \text{ erg/cm}^2$$

3. BfopMnson Kinim» Modeli :

Bu model de şekil - 3, de gösterilmektedir. Bu modelde de D kenarlı bir başlangıç küpünden d kenarlı küpçükler elde edildiği kabul edilmiştir. Bu halde de R ufalama oranı D/d ve bu ufalama oranını sağlamak için gerekli etap sayısı 3n olup $R = n$ dir.

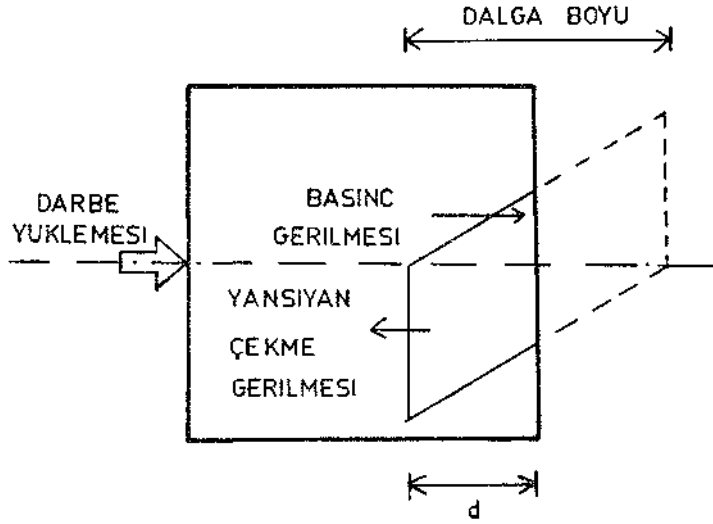
Malzeme bu modelde Hopkinson kırılması denen basınç dalgalarının bir sınırdaki yansıması neticesi hasıl olan çekme gerilmesine maruz kalarak kırılır. Hopkinson kırılma meka-



BİR KUPTEN n ETAPTA
 n TANE LEVHA HASIL OLUR.

HER LEYHADAN n ETAPTA
 n TANE ÇUBUK HASIL OLUR.

ŞEKİL 3 HOPKINSON KIRILMA MODELİ



$$d = 1/2 \text{ DALGA BOYU}$$

ŞEKİL 4 YANSIYAN ŞOK DALGASI İLE KIRILMA
HOPKINSON KIRILMASI

nizması şekil - 4. de gösterilmektedir. Bu modelde şok dalgasının dalga boyunun nihai küçük boyutu ile uyum yaptığı yani $2d$ olarak seçildiği ve şok dalgasının malzeme içindeki taşınmasında şiddetinden birşey kaybetmediği yani malzeme tarafından sönümlenmediği ve malzeme sınırında tamamen çekme gerilmesi halinde yansıdığı kabul edilmiştir.

Bu dinamik halin gerilim enerjisi aşağıdaki şekilde verilir :

$$e_d = \frac{\delta_{td}^2}{2E} \text{ erg/cm}^3$$

Burada;

δ_{td} = dinamik çekme mukavemeti

dinamik çekme gerilmesinin statik çekme gerilmesinin iki katı olduğunu kabul edersek $e_d = 4e$ olur.

Bu model için de ikinci etaptan n'inci etapa kadar gerekli gerilim enerjisi aşağıdaki şekilde hesaplanır :

$$e_x = e_d \cdot D^2 \cdot d$$

$$e_2 = e_a \cdot i_y \cdot d$$

$$e_3 = e_d \cdot D^2 \cdot d$$

$$e_n = e_d \cdot D^2 \cdot d$$

$$E_x = \sum_{i=1}^n e_i = n \cdot e_d \cdot D^2 \cdot d = R \cdot e_d \cdot D^2 \cdot d = e_d \cdot D^3 = 4e \cdot D^3$$

Burada da yukarıki modellerde olduğu gibi aynı işlemler sonucu aşağıdaki birim yeni yüzey enerjisi formülü bulunur:

$$E_{\text{Yüzey}} = 2 \cdot e \cdot \frac{D}{R - 1}, \text{ erg/cm}^2$$

Çıkarılan Formüllerin Münakaşası :

Bu üç matematik modelden çıkarılan üç formülde de ortak unsur e.D çarpımıdır ki burada e birim gerilim enerjisi ve D başlangıç tane büyüklüğüdür. İlk statik yükleme modeli için $R \hat{=} 1$ ve birim yeni yüzey enerjisi sabit kabul edildiğinde birim gerilim enerjisinin tane büyüklüğü D'ye bağlı olduğu görülür. Hakikatte de bu ufalama uygulamalarında bir dereceye kadar geçerlidir. Malzemenin boyutu küçüldükçe kırılma için gerekli basınç veya çekme gerilmeleri büyüyerek birim gerilim enerjisinde eksponensiyel bir çoğalma meydana gelmektedir. Bunun nedeni malzeme içindeki mikroçatlaklar gibi materyal hatalarının mevcudiyetidir. Malzemenin boyutu küçüldükçe bu materyal hatalarının bulunma ihtimali devamlı olarak azalmaktadır. Böylece kırılan malzemenin mukavemeti artmakta ve daha sonrası bir ufalama işlemi için daha fazla enerji sarfıyatı gerekmektedir.

Bu üç modelin birbiri ile mukayesesinden bazı önemli noktalar ortaya çıkmaktadır :

İlk iki statik yüklemeli modellerde iki ayrı kırılma mekanizması sonucu birim yeni yüzey enerjisi ufalama oranı R'e bağlı olarak çok büyük farklılık göstermektedir.

Şok dalgaları altında kırılma modeli üçüncü modelde birim yeni yüzey enerjisi ufalama oranı ile birlikte çok değişmektedir. Bunun da sebebi kırılma anında malzemenin yalnız bir kısmının gerilim altında bulunduğudır.

Bu matematik modellerin değişen değerlerinden görüleceği üzere her çeşit gerilmelerin mevcut olduğu (basınç, çekme, makaslama gerilmeleri ve dinamik yüklemeler) ve farklı başlangıç tane büyüklükleri ve ufalama oranlarında çalışan kırıcılar, değirmenler ve diğer ufalama makinalarının hepsinde uygulanabilecek genel bir ufalama kanunu bulunması çok güçtür.

Modellerin Pratik ile Karşılaştırmaları :

Karşılaştırmalar için Kalker, Kuartz, Kalsit ve Cam seçilmiş olup aşağıdaki tabloda bunların çekme mukavemetleri ve elastisite modüllerinin ortalama değerleri ve bu değerlerden faydalanılarak hesaplanmış gerilim enerjisi (ϵ) değerleri verilmiştir :

Tablo 1 — Çeçitli taşların çekme mukavemetleri, elastisite modülleri ve birimi gerilim enerjileri.

	Kalker	Kuartz	Kalsit	Cam
Çekme mukavemeti, σ_{ts} dyn/cm ²	0,4x10 ⁸	1,2x10 ⁸	0,6x10 ⁸	5x10 ⁸
Elastisite Modülü, E dyn/cm ²	0,5x10 ¹¹	0,7x10 ¹²	0,6x10 ¹¹	0,7x10 ¹¹
$\epsilon = \frac{\sigma_{ts}^2}{2E}$, erg/cm ²	1,6x10 ³	1x10 ⁴	3x10 ³	1,8x10 ⁵

Yukarki formüllerde birim yeni yüzey enerjisinin hesaplanmasında başlangıç tane büyüklüğü ve ufalama oranının da bilinmesi gereklidir. Bunun için ufalama Hukkinin de (1962) yaptığı gibi üç grup altında mütalâa edilmiştir.

Primer Kırma : Parça büyüklüğü 100 cm.

Sekonder Kırma : Parça büyüklüğü 10 cm.

Öğütme : Parça büyüklüğü 1 cm.

Ayrıca bu üç grup için de makul bir değer olan 10 ufalama oranı kabul edilmiştir.

Kalker, Kuartz, Kalsit ve Cam için hesaplanan birim yeni yüzey enerjileri aşağıdaki Tablolarda verilmiştir :

Tablo 2 — Yeni yüzey enerjisi : Kalker, erg/cm^2

			1. Model	2. Model	3. Model
Primer	Kırma	4,8	$4,8 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,5 \times 10^4$
Sekonder	Kırma		$4,8 \times 10^3$	$3,8 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$
Öptme			$4,8 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$

Tablo 3 — Yeni yüzey enerjisi : Kuartz, erg/cm^2

			1. Model	2. Model	3. Model
Primer	Kırma		3×10^5	$2,4 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$
Sekonder	Kırma		3×10^4	$2,4 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
Öptme			3×10^3	$2,4 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$

Tablo 4 — Yeni yüzey enerjisi : Kalsit, erg/cm^2

			1. Model	2. Model	3. Model
Primer	Kırma		9×10^4	$7,2 \times 10^4$	$6,6 \times 10^4$
Sekonder	Kırma		9×10^3	$7,2 \times 10^3$	$6,6 \times 10^3$
Öptme			9×10^2	$7,2 \times 10^2$	$6,6 \times 10^2$

Tablo 5 — Yeni yüzey enerjisi : Camı, erg/cm^2

			1. Model	2. Model	3. Model
Primer	Kırma		$5,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	4×10^4
Sekonder	Kırma	5,4	$5,4 \times 10^5$	$4,3 \times 10^5$	4×10^5
Öptme			$5,4 \times 10^4$	$4,3 \times 10^4$	4×10^4

Yukarıki tablolardan görüldüğü üzere yeni yüzey enerjileri başlangıç parça büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Bu durum ilk bakışta deneysel bulgulara aykırı görünmektedir. Gerçekten bu üç ufalama grubu (Primer kırma, sekonder kırma ve öğütme) için aynı çekme gerilmesi hesaplamalarda kullanılmıştır. Hakikatte bu malzemelerin, çekme mukavemetleri genellikle takriben 10 cm'lik numuneler kullanılarak elde edilmiştir. Yukarıda da evvelce işaret edildiği üzere parça büyüklüğü küçüldükçe mikroçatlaklar gibi malzeme hatalarının mevcudiyeti devamlı olarak azalmaktadır. Böylece malzeme parça büyüklüğü küçüldükçe daha fazla dayanıklılık kazanmaktadır.

Bu durum Rumpfun (1962) cam küreeikler üzerinde yaptığı deneylerde açıkça görülmektedir. (Tablo - 6).

Tablo 8 — Camiin basınç mukavemetinin değişimi

Parça büyüklüğü, mikron	38	95	270
Basınç mukavemeti dyn/cm ²	1,1 x10 ¹¹	8,7x10 ⁸	5,3 x10 ⁸

Yukardaki sebeplerden ötürü çekme mukavemetini tâ-yin için yapılan deneylerde kullanılan numune boyları ile uyum halinde olan sekonder kırmaaya ait değerlerin deneysel değerlerle karşılaştırılmaları mümkündür.

Tablo 7 de sekonder kırma için bulunan değerlerin ortalamaları ve bazı deneysel ve teorik değerler toplu olarak görülmektedir. (Guillot, 1960).

Tablo 7'den görüldüğü üzere matematik modellerin sekonder kırma için bulunan ortalama değerleri deneysel değerlere oldukça yakındır. Teorik değerlerle ise aradaki farklar büyük olup bunun esas nedeni aşağıdadır :

Ufalamada sarfedilen enerjinin hepsinin yeni yüzey enerjisi halinde dönüştüğü kabul edilir ki bu pratikteki uygulamalar için geçerli değildir. Gerilim enerjisinin esas kısmı ısı olarak sarfedilir ve katılacak malzeme ve kırma makinalarının çalışan kısımlarında deformasyon enerjisi olarak absorbe edilir.

Tablo 7 — Yeni yüzey enerjisi, erg/cm²

Mineral	DeneySEL MetODLAR					Teorik	Sekonder Kırma % Modelin Ortalaması
	Kalorimetrik Scheffinger	Gross ve Zimmerley	Piret	Rnmpf ve Scafanert			
Kuartz	1x10 ⁵	5,6x10*	8,9x10»	—	920 Edser	2,5x10*	
Kalsit	3,2x10*	1,3x10*	6,9x10*	—	1200	7,6x10'	
Kalker	—	—	—	9x10*	520 Martin	4.0x10 ⁵	
Cam	—	—	—	—	Griffith	4,6 x10 ⁵	

Sonuç :

Üç matematik modelin hesaplanan yeni yüzey enerjisinin sayısal değerleri deneysel olarak bulunan değerlere oldukça yakındır. Kırılma olayı her ne kadar çok fazla basitleştirilmişle de sonuç olarak çıkan formüller çekme mukavemeti ve elastisite modülüne dayandığından modellerin fiziksel dayanağı oldukça kuvvetlidir.

Bu modellerden çıkan formüller bazı modifikasyonlardan sonra ufalama uygulamalarında faydalı olabileceklerdir.

REFERANSLAR :

- BEKE B, 1964 : Principles of Comminution. Publishing House of Hungarian Academy of Sciences.
- CHARLES R., 1957: Energy-Size Reductionships in Comminution. Min Engng. vol. 9.
- GRIFITH A. A., 1921 : The Phenomena of Rupture and Flows in Phil. Trans. Roy. Soc. London, A 221.
- GROSS I., and ZIMMERLY R., 1930 : Correlation between the Surface Area Produced and Werk Done in Tube Mills Grinding of Quartz Sand. Trans. A.I.V.I.M.E., 87.
- GUILLOT R., 1960 : Le Probleme du Broyage et son Evolution. Editions Eyrolles, Paris.
- HOPKINSON B. A., 1921 : A Method of Measuring the Pressure in the detonating of Hing Explosives or by the Impact of Bullets. The Scientific Papers of B. Hopkinson, University Press, Cambridge.
- HUKKÎ R. T., 1962 : Trans. A.I.M.E.
- MARTIN G., 1924 : Researches on the Theory of Fine Grinding. Trans. Ceram. Soc.
- PÎRET L., 1953 : Fundamental Aspects of Grinding. Chem Engreg. Prog. vol. 49.
- REINHAT J.S., 1960: The Role of Stresswave in the Comminution Brittle Roclike Materials. International Symposium on Stress Wave Proagation Materials. Int. Rubl. Inc., Newyork.
- RUMPF H. and SCHONERT K., 1962 : Versuche zur Zerkleinerung von Einzelteilchen zwischen zwei Flächen : 1. European Symposium on Comminution.
- SMEKAL A., 1936: Bruchtheorie Spröder Körper. Z. Phys. vol 103.
- SHELLINGER K. and LALKELA R. D., 1951 : A Calorimetric Method for Studying Grinding in a Thumbling in a Thumbling Medium. Min. Engrg. jour, no : 6.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKMK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsi salonu/ankara**

TAŞHARMAN
URANYUM CEVHERİNİN
TEKNOLOJİK
DEĞERLENDİRİLMESİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TAŞHARMAN URANYUM CEVHERİNİN TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Utku SADIK*

Özet:

Salihli - Köprübaşı bölgesine ait Taşharman - Konglemera ve Tüflü cevherleri (Dahllite bağlı uranyum, ortama % 0,030 U_3O_8) üzerine yapılan statik kolon testleri, düşük uranyum çözünürlüğü verdiği için, Kasar cevherleriyle karma numuneler hazırlanmış ve 40 kg- H_2SO_4 /ton - Karışım, -4 cm tane iriliği gibi ekonomik liçing değerlerine ulaşılmıştır. Daha kesin veriler için pilot çapta çalışmalar önerilmiştir.

Summary:

Since the static column tests, on the Taşharman - Conglomerate and Tuffite ores (Uranium in Dahllite, about 0,030 % (U_3O_8) from Salihli - Köprübaşı area, resulted in low uranium recovery, the blended samples with Kasar ore were prepared and some economical leaching values such as 40 kg- H_2SO_4 /ton-Mend and -4 cm particle size were obtained. For further definite technological findings pilotscale studies have been proposed.

1 — Giriş :

Bilindiği gibi son yıllarda elektrik enerjisi açığını kapatmak için uranyuma olan gereksinme artmış ve önceleri eko-

(*) Kimya Y. Mühendisi, M.T.A. Enstitüsü.

nomik gözükmeyen cevherler üzerine de araştırma yapılmasına yolaçmıştır. Bu amaçla, Taşharman (Tüflü ve Konglemera tipi) cevherlerinden uranyumu ekstrakte edebilmek için, gerek orijinal¹ ve gerekse konsantre² cevherlerle yapılan ilk karıştırmalı liçing deneyleri ince öğütmenin (—65 meş) ve ekonomik sınırları zorlayan asit (75 kg-H₂SO₄/ton-cevherden fazla) harcaması zorunluğunu ortaya çıkarmıştır.

Diğer taraftan, bugün Köprübaşı'nda saptanan 3000 ton U₃O₈ eşdeğerli Kasar tipi cevherlerinden uranyum oldukça ekonomik olan yığma liçing yöntemi ile ekstrakte edilebilmektedir³. Yığma liçing için bir yöntem birliği sağlamak amacıyla yapılan kolon testi çalışmalarına önce —3 cm irilikteki Taşharman. cevherleriyle başlanmış ve sonra muhtelif irilikteki cevher numunelerinin Kasar cevheriyle karıştırılarak elde edilen karma numunelerle devam edilmiştir.

2. Ön Çalışmalar

Taşharman Tüflü ve Konglemera cevherlerinin mineralojik tetkik raporları, bu cevherlerde herhangi bir uranyum mineraline rastlanmamış olduğunu, uranyumun bir fosfat minerali olan Dahlit'e bağlı bulunduğunu göstermektedir¹. Söz konusu cevherlerin kimyasal bileşimleri ise Çizelge - I de gösterilmiştir.

—65 meşe öğütülmüş 250 şer gr. numunelerle yapılan karıştırmalı liçing deneylerinde, temperatür, asit miktarı, liçing süresi ve oksidanmm etkisi gibi, parametreler incelenmiş ve sonuçta sülfat asidinin, nitrat asidine göre daha elverişli bir çözücü olduğu, sıcaklığın ve oksidanm uranyum çözünlüğüne bir etkisi olmadığı saptanarak Çizelge - II deki optimal koşullara erişilmiştir.

Görüldüğü gibi, bir kg - U₃O₈ için harcanan sülfat asidi miktarı oldukça yüksektir : (150 - 200 kg H₂SO₄/U₃H₈). Kasar tipi cevherler için 40-50 kg H₂SO₄/kg - U₃O₈ gibi düşük bir mertebede saptanan bu değer ekonomik sınıra yakın olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, Taşharman cevherlerinden, kırma, öğütme, karıştırma ve süzme işlemlerini gerektirmeyen statik kolon liçing yöntemiyle uranyum ekstraksiyonu koşullarının araştırılmasına geçilmiştir.

Çizelge - i : T&sbmmβn. Tüflü ve Konglemera. Cevherlerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Bileşen %	Tüflü	Konglemera
UA	0.041	0.04
P ₂ O ₅	5.09	2.63
SiO ₂	45.28	67.32
Al ₂ O ₃	21.65	14.36
Fe ₂ O ₃	0.45	3.32
TiO ₂	Eser	0.15-
CaO	7.75	8.08
MgO	0.95	Eser
K ₂ O	8.15	—
Na ₂ O	0.65	—
S	4.15	—
A.Z.	5.58	3.15

Çizelge - II : Taşhamnan Tiifli ve Konglomera Cevherinin Optimal Kanştırma Liçim Koşulları

Cevher	Tane iriliği (µeş)	K/S	Temp.	Süre (saat)	kg-H ₂ SO ₄ ,	~üA (kg)	V ₂ O ₅ özel tiye alma verimi %
					ton - cevher		
Tüflü	— 65	40/60	25	1	75	183	91
Konglemera	— 65	40/60	25	1	60	158	95

3. Kolon. Deneyleri

— 3 cm ve —1 cm ye kırılmış 50 kglık cevher numuneleri PVC kolonlara yerleştirilmiş ve üzerlerine hazırlanan asitli çözeltiler damlatılmıştır. Damlama hızı olarak damlanın cevher tarafından emilip kaybolması esas alınmıştır. Asitli çözeltilerin verilmesi bittikten sonra (10 cc H₂SO₄/1 lt su) luk

çözelti ile yıkama yapılmış ve toplanan çözeltiler ile liçing sonunda 105°Cde kurutulan artık cevherde U_3O_8 analizleri yaptırılmıştır⁴.

Çizelge-III. ve IV.de görüldüğü gibi -3 cm ve -1 eme kırılmış olan Taşharman numuneleri ile oldukça düşük bir uranyum çözünürlüğü elde edilmektedir. Tane iriliğini inceltmekle uranyum çözünürlüğünü arttırmak mümkün olmakla beraber geçirgenlik büyük ölçüde azalmakta ve statik kolon yönteminin uygulanması sınırlı derecede güçleşmektedir. Bu bakımdan, Tüflü ve Konglemera cevherlerinin ince öğütülmüş numunelerine statik kolon liçing yönteminin uygulama olanağı, bu numunelerle iri taneli Kasar cevheri numunelerinin karıştırılarak araştırılması ilk çalışma olarak düşünülmüştür.

4. Kasar - Taşharman Karıma Numuneleriyle Kolon Deneyleri

4.1. Karışımı Oranın. Saptanması

Araziden yeni bir parti olarak getirilen 100 kg kadar (5 -10 cm) irilikteki parça Tüflü ve Konglemera cevherleri önce çeneli kırıcıdan geçirilmiş ve -1 mm ye elenmiş, elek üstü merdaneden geçirilerek bütün cevher numuneleri -1 mm ye getirilmiştir. Bu numunelerden ise -3 cm ye kırılmış Kasar cevheri numunelerinden yarılama ile alınan belli miktarlardaki tartımlar birbirleri ile iyice karıştırılarak 10 kg lık karışımlar halinde PVC kolonlara (100 x 10 cm) yerleştirilmiştir. Karışımlardaki Taşharman/Kasar ağırlık oranı 75/25, 50/50, 25/75 olarak alınmış ve deneylerdeki karışımlar Kasar/Tüflü, K/T, Kasar/Konglemera, K/Ko olarak işaretlenmiştir. Kullanılan asit miktarı, Kasar için 20, Tüflü için 100 ve Konglemera için 75 kg - H_2SO_4 /ton - cevher esas alınmıştır. Kolonlara yerleştirilen karışımlara bu asit miktarlarını içeren 2000 cc asitli çözelti damlatılmış ve bu miktar bittikten sonra 10 gr H_2SO_4 içeren çözeltilerle yıkama yapılmıştır. Karışım oranlarına göre sıralanan deney koşulları ve sonuçları Çizelge-V de gösterilmektedir.

Çizelge - III : Taşharman Tüflü ve Konglemera Cevherlerinin —3 emdik Numuneriyle Kolon Liçing Testi Sonuçları (Numfune : 50 kg, Temp : 25°C)

Cevher ve (%U ₃ O ₈)	H ₂ SO ₄ kg/ton cevher	LİÇİNG			YIKAMA			Toplam çözelti * (M)	ARTIK		ü ₃ O ₈ çözelti-ye alma verimi (%)
		Zaman, (gün)	pH	EMF (—mv)	Zaman (gün)	pH Son	Son EMF (—mv)		kgr.	% u ₃ O ₈	
Tüflü (0,143)	100	7	2.1	210	15	1.9	200	24	50.1	0.102	15.1
Konglemera (0,032)	75	7	0.6	475	7	1.7	450	12	50.7	0.025	22.0

Çizelge - IV : Taşfaarman Tüflü ve Konglemera Cevherlerinin — 1 cm lik Numuneleri ile Kolon Liçing Testi (Numune : Tüflü = 36 kg, Konglemera = 55 kg, Temp = 25°C)

Cevher ve (%oU ₃ O ₈)	H ₂ SO ₄ kg/ton cevher	LİÇİNG			YIKAMA			Toplam çözelti (it)	ARTIK		u ₃ O ₈ çözelti-ye alma verimi (0/0)
		Zaman (gün)	pH	EMF (—•mv)	(gün) Zaman	Son pH	Son EMF (—rov)		kgr.	u ₃ O ₈	
Tüflü (0,120)	100	16	1.3	375	14	1.5	350	55	36.5	0.080	32.0
Konglemera (0,030)	100	18	1.4	475	10	2.1	440	47	55.7	0.015	49.1

Tüflü/Kasar için, üç ayrı karışım yüksek uranyum çözünürlüğü vermektedir. Harcanan asit miktarı, geçirgenlik ve absorblanan sıvı miktarı bakımından Tüflü cevherini düşük oranda kullanmak daha uygun görülmektedir.

Konglemera/Kasar karışımında konglemera oranı yükseldikçe, geçirgenlik 'zorlaşmakta ve liçing olanaksızlaşmaktadır. Bu bakımdan ve asit harcanması açısından karışımda Kasar oranı yüksek olmalıdır.

Bundan sonraki deneylerde geçirgenliğin tam incelenmesi için kullanılan numune miktarı arttırılmış K/T ve K/Ko; 75/25 oranında 60 ar kg lık tartımlarla çalışılmıştır. 40 kg H₂SO₄/ton - cevher kullanarak yapılan denemelerin koşulları ve sonuçları Çizelge - VI da gösterilmiştir.

Alman sonuçlar ilk deneyleri doğrulamaktadır ve -1 mm oldukça ince kabul edildiğinden iri taneli Taşharmanı cevher numuneleri ile de deneyler yapılmıştır.

4.2. İri Taneli Taşharmanı Cevherleri ile **Karışım** Deneyleri

Cevheri çıkardıktan sonra, kırma ve öğütme işlemi yapmadan direkt olarak prosese sokmak için daha iri taneli cevherler üzerine -2 ve -4 cm irilikte olmak üzere iki seri olarak yapılan deneylerin koşulları ve sonuçları Çizelge - VII de verilmiştir. Görüldüğü gibi, Taşharmanı cevherlerinin tane iriliğini orijinal seviyede tutmakla, ince tanelerde olduğu gibi oldukça yüksek uranyum çözünürlüğü elde edilebilmektedir.

Çizelge - V : Kasar ve Taşharman Karma Numuneleri ile Liçing Testleri
(Numune : 10 kg, Kasar : -3 em» Taşharman : -1 ram, Temp : 25°C, Asitli Çözelti = 2 it)

Cevher ve (% U ₃ O ₈)	Test işareti ve karışım oranı	H ₂ SO ₄ /kg ton-karışım	İlk damlanın gelmesi için geçen saat	Cevherin absorbladığı çözelti (lt)	LİÇİNG			YIKAMA			Toplanan çözelti (lt)	ARTIK		U ₃ O ₈ i çözeltili alma verim %
					Zaman (gün)	pH	EMF (-mv)	Zaman (gün)	Son pH	EMF (-mv)		kg	% U ₃ O ₈	
Tüflü (0.037)	K 75 - : - T 25	42	24	2.1	3	0.4	410	6	0.5	0/4	9.5	9.5	0.0012	96.5
	K 50 - : - T 50	63	55	4.7	4	0.4	490	6	1.2	480	9.6	9.5	0.0014	96.2
Kasar (0.032)	K 25 - : - T 75	84	80	6.8	8	0.6	465	8	1.2	470	7.5	9.5	0.0008	98.0
	K 75 - : - Ko 25	36	60	2.7	5	1.0	370	4	1.4	440	8.6	10.0	0.0007	97.8
Konglemera (0.028)	K 50 - : - T 50	40	90	3.7	6	1.0	345	5	1.6	360	8.3	10.4	0.0021	92.9
	K 25 - : - Ko 75	61	-	3.1	10	Tıkanıklık vegölleme olduğundan deneyden vazgeçildi.								

Çizelge - VII : **Kasar/Taşharman** : 75/25 Karma Numunelerinin İri Taneleriyle Liçing Testleri
(Nunnune : 60 kg, Asit : 40 kg, H₂SO₄/ton - karışımı, **Asiti Çözelti** : 2 İt, Temp : 25°C)

Cevher ve % U ₃ O ₈	Test işareti	Tane iriliği	İlk damlanın gelmesi için geçen saat	Cevherin absorbladığı çözelti (İt)	LİÇİNG			YIKAMA			Toplanan çözelti (İt)	ARTIK		U ₃ O ₈ çözeltiyeye alma verimi %
					Zaman (gün)	pH	EMF (-mv)	Zaman (gün)	Son pH	EMF (-mv)		kgr	% U ₃ O ₈	
Tüflü (0,034) Kasar (0,067)	60 K/T—2 cm	—2 cm	45	16	4	0,8	460	6	1.4	460	40	59,7	0,006	89,8
Konglemera (0,017) Kasar (0,067)	60 K/Ko—2 cm		30	15	5	0,9	410	8	1.6	380	32,5	59,1	0,006	89,1
Tüflü (0,034) Kasar (0,067)	60 K/T—4 cm	—4 cm	30	12	4	0,5	510	5	1.8	440	38	59,0	0,0043	92,9
Konglemera (0,017) Kasar (0,067)	60 K/Ko—4 cm	—5 cm	30	15	4	1,0	440	6	1.6	420	35	59,5	0,0052	90,5

Çizelge - VI : Kasar/Taşfaarran : 75/25 Karma Numunesinin 60 kg lık Liçing Testi
(Kasar : 3 cm[^] Taşharman : -1 mpn, Temp : 25°C Asitli Çözelti : 12 İt)

Cevhre ve % U ₃ O ₈	H ₂ SO ₄ - kg/ ton - karışım	İlk tanıma gelmesi için geçen saat	Cevhrein absorbladığı çözelti (İt)	LİÇİNG			YIKAMA			Toplam çözelti (İt)	ARTIK		U ₃ O ₈ çözeltiye alma verimi %
				Zaman (gün)	pH	EMF (-mv)	Zaman (gün)	Son pH	EMF (-mv)		kg	% U ₃ O ₈	
Tüflü (0,030) Kasar (0,032)	40	132	16	8	0,9	450	10	1,3	410	55	58,2	0,001	96,9
Konglemera (0,028) Kasar (0,032)	40	95	16	9	1,1	375	10	1,4	440	50	57,5	0,002	93,7

5. Sonuç:

Tek başına statik kolon liçingi mümkün olmıyan Taşharman cevherlerinin Kasar cevheri ile karma yaparak işlenmesinin; fiziksel açıdan, iri taneli Kasar cevherinin geçirgenlik sağlaması ve asit çözeltisinin difüzyonunu arttırması, kimyasal açıdan ise, Kasar cevherinden meydana gelen demir katyonlarının, Taşharman cevherlerindeki fosfat yapısını bozarak, uranyumun çözünürlüğünü hızlandırması gibi yararlar sağladığı ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bundan sonraki çalışmalar, 24 tonluk hücrelerde pilot çaptaki testler şeklinde olacağından daha güvenilir veriler elde edilmiş olacaktır.

Referanslar :

- 1 — ŞENAKAY N., SADIK U. : Köprübaşı Bölgesine ait Uranyum Cevherlerinin Liçing Denemeleri, Rapor I. M.T.A. Enstitüsü, Teknoloji Şb. Metalürji Servisi 1971.
- 2 — SADIK U. : Köprübaşı Bölgesine ait Uranyum Cevherlerinin Liçing Denemeleri Rapor II. Taşharman - Tüflü ve Konglemera Konsantre Cevherleri ile Çalışmalar, M.T.A. Enstitüsü, Teknoloji Şb. Metalürji Servisi 1973.
- 3 — SADIK U. : Köprübaşı Bölgesine ait Uranyum Cevherlerinin Liçing Denemeleri, Rapor III. M.T.A. Enstitüsü, Teknoloji Şb. Metalürji S. 1973, Lab. No. 13926 No. 107.
- 4 — Saygılı R., Kavlakoğulları T. : Kimyasal Analiz Raporları M.T.A. Enstitüsü, Lab. Şb. Analitik Kimya S. Sipariş No. 39, 1974 -1975.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18 2 1977.dsi salonu/ankarı**

KASAR URANYUM
CEVHERİNİN
PİLOT ÇAPTA
DEĞERLENDİRİLMESİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

KASAR URANYUM CEYHERİNİN PİLOT ÇAPTA DEĞERLENDİRİLMESİ

URANYUM PİLOT EKİBİ *

Özet :

Laboratuvar deneylerinin bir sonucu olarak, Kasar cevheri (% 0,04 U_3O_8) pilot çapta test edilmiştir. Hücre ve Yığma liçing yöntemlerinin uygulanmasıyla elde edilen ana çözeltilerdeki uranyum, SX sistemiyle arıtılmakta, konsantre edilerek MgU_2O_7 — Sarı Pasta (%60-70 U_3O_8) şeklinde çöktürülmektedir. Yapılan çalışmalarla, endüstriyel tesis için gerekli veriler toplanmıştır.

Summary :

As a result of preliminary laboratory experiments, Kasar ore (% 0,04 U_3O_8) was tested in pilot plant scale. By the application of stall and heap leaching, uranium was extracted into pregnant solutions and then purified and concentrated by means of SX-Units. Finally, the uranium was precipitated as a MgU_2O_7 — Yellow Cake with 60-70 % U_3O_8 content. By these works, essential informations for an industrial plant have been obtained.

- (*) Uranyum Pilot Ekibi.....M.T.A. Enstitüsü
Utku Sadık.....Kimya Y. Müh.
Bayram Çıralı.....Kimya Y. Müh.
Nazım Bilgen.....Kimya Y. Müh.
Mehmet Öngel.....Kimya Müh.
Fahri Mentеше.....Kimya Müh.
Ercan Gürbüzatik.....Kimya Müh.
Halil Alkan.....Kimya Müh.
Muzaffer Akkaş.....Kimya Y. Müh.

1. Giriş :

M.T.A. Enstitüsü tarafından yürütülen arama faaliyetlerine paralel olarak saptanan cevher zühunlarına ait numuneler üzerinde laboratuvar ölçüğünde uranyum ekstraksiyon testleri yapılmakta ve uranyum cevherleri ekonomik açıdan sınıflandırılmaktadır. Bu liçing deneylerinde maksimum uranyum çözünürlüğü için cevherin tane iriliği, kimyasal çözücünün seçimi ve ton cevher başına harcanan miktarı, liçing sıcaklığı ve zamanı gibi parametreler incelenmektedir.

Bugüne kadar ekonomik olarak saptanmış cevherler şu bölgelere aittir.

- 1 — • Salihli - Köprübaşı (Kasar, Çetinbaş, Kayran, Tomaşa, Yardere, Topallı),
- 2 — Uşak - Güre (Fakü).

Üzerinde laboratuvar çalışmaları tamamlanmış bu cevherin rezerv toplamı 4000 ton U_3O_8 kadardır. Saha çalışmaları ve detaylı rezerv tesbitleri aynı bölgelerde devam etmektedir.

Saha ve teknolojik çalışmaların gerektirdiği mineralojik ve kimyasal analizler de Enstitünün ilgili şubesinde seri olarak yapılmaktadır.

1970 yılında başlıyan laboratuvar deneylerinin olumlu sonuç vermesi üzerine 1974 yılında bir pilot tesis kurulmuştur.

Genel olarak uranyum cevherlerinin tenörlerinin çok düşük oluşu, pilot test için büyük miktarlarda numuneyi gerektirmesi ve bunun taşınma güçlükleri nedeniyle Köprübaşında kurulmuş olan bu pilot tesisin başlıca amaçları :

- 1 — Laboratuvar çapta olumlu sonuç veren cevherlerle daha büyük çapta deneyler yaparak, ana tesis için ön verileri saptamak,
- 2 — Yerli olanaklarla yapılan cihaz ve malzemeleri pilot tesisde kullanarak ana tesis için geçerliliğini saptamak,

3 — Değişik cevherlerden üretilen sarı pastanın (MgU_2O_7) kalite kontrolünü yapmak ve nükleer yakıt için gerekli daha saf uranyum bileşiklerinin üretim olanaklarını araştırmak,

3 — Bu konuda kalifiye eleman yetiştirmektir.

2. Yapılan Çalışmalar :

2.1. Lıçing Deneyleri :

Pilot çaptaki çalışmalara KASAR CEVHERİ (Autunite, Meta-Autunite % 0.03 - 0.04 U_3O_8) ile başlanmıştır. Cevherdeki uranyumu çözündürmek için orijinal irilikteki (—10 cm) numune önce hücrelerde uranyum konsantrasyonu ve dengesi açısından test edilmektedir. Daha sonra endüstriyel tatbikata yaklaşım olarak açık arazide gerekli miktarlarda yığınlar yapılarak çözücü olarak kullanılan sülfat asitli çözelti püskürtülmektedir. Püskürtmenin hızı; cevherin absorbladığı çözelti veya geçirgenliğine göre ayarlanmaktadır.

i — Hücre ve Lıçing :

Lıçing sisteminde asit ve uranyum konsantrasyonları bakımından bir denge kurmak amacıyla her biri 24 ton cevher alabilen hücrelere yerleştirilmiş cevher önce bir evvelki hücreden gelen orta kuvvetli asitli çözelti ile, sonra yine bir evvelki hücreden gelen (su ile yıkanmış olan) çözeltiye 20 kg H_2SO_4 ton/cevher olacak şekilde asit ilâve edilerek elde edilen çözelti ile ve son olarak da su ile yıkanmaktadır.

Orta kuvvetteki çözelti ile yıkanmış yeni doldurulan hücreden elde edilen çözelti en fazla U_3O_8 içerdiğinden SX işleme alınmaktadır. Devreden çıkan hücrelerdeki uranyum çözünürlük verimi % 95 in üzerindedir.

Cevherdeki killi minerallerin şişmesinden dolayı hücrede genişleme sınırlı olmakta ve bu yöntemle

geçirgenlik çok azalmaktadır. Böylece bir hücredeki liçing işleminin 4 ay gibi uzun bir süre aldığı saptanmıştır.

ii — Yığın Liçing :

Endüstriyel çapta hücre liçing yöntemi mümkün olmadığından açık arazide 50, 100 ve 1000 tonluk yığınlar üzerine, hücre liçing deneylerinden elde edilen verilerin ışığında, liçing yöntemi uygulanmaktadır. % 5 eğimli bir arazide sıra ile kum, plastik, kum ve iri cevher olarak hazırlanan yığının üzerine 50 cm aralıklarla yerleştirilen PVC borulardan asitli çözelti verilmektedir. Bu şekilde hazırlanan 100 tonluk Kasar cevherinin 40 günlük liçing süresinde % 88 lik bir uranyum çözünürlüğünün elde edildiği görülmüştür.

Büyük çapta yığma tekniğini ve yığın yüksekliğinin (3 m) geçirgenliğe etkisini inceleme amacıyla yapılan 1000 tonluk liçing işleminde Kasar cevherinin kuvvetli asitli çözelti ve zayıf asitli çözeltilerle yıkanması 21 günde tamamlanmıştır ve ilk damlanın gelmesi için 11 gün geçmesi gerektiği, günde ortalama 10 -16 ton çözeltinin basılabilmesi için cevher geçirgenliğinin (Endüstriyel çap) uygun olduğu saptanmıştır.

Kasar cevherinden sonra Çetinbaş, Kayran, Tomaşa, Yardere, Topallı, ve Tüllüce cevherlerinin tek başına ve değişik oranlardaki karmanlanm yığınları hazırlanmış ve çalışmalara başlanmıştır.

2.2. SX Beneyleri :

Yığın liçing çalışmalarından ve hücrelerden elde edilen ana çözeltilerdeki uranyumun Fe, Al, SiO₂, PCX, Ca, Mg gibi elementlerden arıtılması ve konsantre edilebilmesi için bu çözeltiler Solvent Ekstraksiyona (SX) tabi tutulmaktadırlar.

Çözeltideki uranyum Mixer-Settler'lerde (100 İt/saat kapasite) Alamin—336/Kerezon/Dekanol çözeltisi ile organik

faza geçirilmekte, sülfat asitli 1 M. NaCl çözeltisi ile strip edilerek tekrar sulu faza alınmaktadır. Böylece 1-2 gr U_3O_8 /lt olarak sisteme giren uranyumlu çözelti 15 -18 gr U_3O_8 /lt olarak konsantre olmaktadır.

Bu arada organik çözelti sisteme sirküle edilmektedir. Artık çözeltide kalan U_3O_8 ise 1 - 5 ppm kadardır.

Böylece SX ünitesinde organik çözeltinin rejenere edilmesi sistemin optimal debisinin ayarlanması değişik cevherlerden elde edilen çözeltiler için ayrı ayrı saptanmaktadır.

2.3. San Pastanın Çöktürülmesi :

SX den alınan arıtılmış ve konsantre edilmiş çözeltilerdeki uranyum teorik miktardaki MgO - Sudu ile PH 5-6 da MgU_2O_7 (Yellow Cake — Sarı pasta) olarak çöktürülmekte, süzülerek 105°C de kurutulularak 50 şer kg lık paketlere konmaktadır. Her 50 kg 1 temsil eden 1 kg lık numunede U, Fe, SiO_2 , V, Mo, SO_4 , F, Cl, Mr, I, Ca, Na analizleri yapılmaktadır. Aralık 1976 sonu itibariyle 350 kg kadar Sarı pasta (% 65-70 U_3O_8) üretilmiş ve depolanmıştır. Elde edilen verilere göre Kasar tipi cevherlerin akım şeması ve fizibilite etüdü hazırlanmaktadır.

3. Ş o n u ç :

Son yıllarda ortaya çıkan elektrik enerjisi açığını, nükleer enerji ile kapatılması tek çıkar yol olarak görüldüğünden, bu enerjinin ilk hammaddeleri olan uranyum cevheri aramaları yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Bu aramalarda değişik yörelerde bulunacak cevherlere ait numuneler üzerine laboratuvar ve pilot çapta ekstraksiyon deneylerinin yapılması, bunların teknolojik açıdan mevcutlarla birlikte işlenip işlenemeyeceğini ortaya koyabileceği gibi yeni proses araştırmalarını da gerektirebilecektir. Bu itibarla pilot tesis çalışmalarının arama faaliyetlerine paralel olarak sürdürülmesi gereği açıkça ortadadır.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsi salonu ankara**

KASAR URANYUM
CEVHERİNİN
PİLOT ÇAPTA
DEĞERLENDİRİLMESİ

**TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**

KASAR URANYUM CEVHERİNİN PİLOT- ÇAPTA DEĞERLENDİRİLMESİ

URANYUM PİLOT EKİBİ *

Özet :

Laboratuvar deneylerinin bir sonucu olarak, Kasar cevheri (%0,04 U_3O_8) pilot çapta test edilmiştir. Hücre ve Yığma liçing yöntemlerinin uygulanmasıyla elde edilen ana çözeltilerdeki uranyum, SX sistemiyle arıtılmakta, konsantre edilerek MgU_2O_7 — Sarı Pasta (% 60-70 U_3O_8) şeklinde çöktürülmektedir. Yapılan çalışmalarla, endüstriyel tesis için gerekli veriler toplanmıştır.

Summary :

As a result of preliminary laboratory experiments, Kasar ore (%0,04 U_3O_8) was tested in pilot plant scale. By the application of stall and heap leaching, uranium was extracted into pregnant solutions and then purified and concentrated by means of SX-Units. Finally, the uranium was precipitated as a MgU_2O_7 — Yellow Cake with 60-70 % U_3O_8 content. By these works, essential informations for an industrial plant have been obtained.

- (*) Uranyum Pilot Ekibi.....M.T.A. Enstitüsü
Utku Sadık.....Kimya Y. Müh.
Bayram Çıralı.....Kimya Y. Müh.
Nazım Bilgen.....Kimya Y. Müh.
Mehmet Öngel.....Kimya Müh.
Fahri Menteşe.....Kimya Müh.
Ercan Gürbüzatık.....Kimya Müh.
Halil Alkan.....Kimya Müh.
Muzaffer Akkaş.....Kimya Y. Müh.

1. Giriş :

M.T.A. Enstitüsü tarafından yürütülen arama faaliyetlerine paralel olarak saptanan cevher zühunlarına ait numuneler üzerinde laboratuvar ölçüğünde uranyum ekstraksiyon testleri yapılmakta ve uranyum cevherleri ekonomik açıdan sınıflandırılmaktadır. Bu liçing deneylerinde maksimum uranyum çözünürlüğü için cevherin tane iriliği, kimyasal çözücünün seçimi ve ton cevher başına harcanan miktarı, liçing sıcaklığı ve zamanı gibi parametreler incelenmektedir.

Bugüne kadar ekonomik olarak saptanmış cevherler şu bölgelere aittir.

- 1 — Salihli - Köprübaşı (Kasar, Çetinbaş, Kayran, Tomaşa, Yardere, Topalh),
- 2 — Uşak - Güre (Fakü).

Üzerinde laboratuvar çalışmaları tamamlanmış bu cevherin rezerv toplamı 4000 ton U_3O_8 kadardır. Saha çalışmaları ve detaylı rezerv tesbitleri aynı bölgelerde devam etmektedir.

Saha ve teknolojik çalışmaların gerektirdiği mineralojik ve kimyasal analizler de Enstitünün ilgili şubesinde seri olarak yapılmaktadır.

1970 yılında başlayan laboratuvar deneylerinin olumlu sonuç vermesi üzerine 1974 yılında bir pilot tesis kurulmuştur.

Genel olarak uranyum cevherlerinin tenörlerinin çok düşük oluşu, pilot test için büyük miktarlarda numuneyi gerektirmesi ve bunun taşınma güçlükleri nedeniyle Köprübaşı'nda kurulmuş olan bu pilot tesisin başlıca amaçları :

- 1 — Laboratuvar çapta olumlu sonuç veren cevherlerle daha büyük çapta deneyler yaparak, ana tesis için ön verileri saptamak,
- 2 — Yerli olanaklarla yapılan cihaz ve malzemeleri pilot tesiste kullanarak ana tesis için geçerliliğini saptamak,

3 — Değişik cevherlerden üretilen sarı pastanın (MgU_2O_7) kalite kontrolünü yapmak ve nükleer yakıt için gerekli daha saf uranyum bileşiklerinin üretim olanaklarını araştırmak,

3 — Bu konuda kalifiye eleman yetiştirmektir.

2. Yapılan Çalışmalar :

2.1. Liçing Deneyleri :

Pilot çaptaki çalışmalara KASAR CEVHERİ (Autunite, Meta-Autunite % 0.03 - 0.04 U_3O_8) ile başlanmıştır. Cevherdeki uranyumu çözündürmek için orijinal irilikteki (—10 cm) numune önce hücrelerde uranyum konsantrasyonu ve dengesi açısından test edilmektedir. Daha sonra endüstriyel tatbikata yaklaşım olarak açık arazide gerekli miktarlarda yığınlar yapılarak çözücü olarak kullanılan sülfat asitli çözelti püskürtülmektedir. Püskürtmenin hızı; cevherin absorbladığı çözelti veya geçirgenliğine göre ayarlanmaktadır.

i — Hücre ve Liçing :

Liçing sisteminde asit ve uranyum konsantrasyonları bakımından bir denge kurmak amacıyla her biri 24 ton cevher alabilen hücrelere yerleştirilmiş cevher önce bir evvelki hücreden gelen orta kuvvetli asitli çözelti ile, sonra yine bir evvelki hücreden gelen (su ile yıkanmış olan) çözeltiye 20 kg H_2SO_4 ton/cevher olacak şekilde asit ilâve edilerek elde edilen çözelti ile ve son olarak da su ile yıkanmaktadır.

Orta kuvvetteki çözelti ile yıkanmış yeni doldurulan hücreden elde edilen çözelti en fazla U_3O_8 içerdiğinden SX işlemine alınmaktadır. Devreden çıkan hücrelerdeki uranyum çözünürlük verimi % 95 in üzerindedir.

Cevherdeki killi minerallerin şişmesinden dolayı hücrede genişleme sınırlı olmakta ve bu yöntemle

geçirgenlik çok azalmaktadır. Böylece bir hücredeki liçing işleminin 4 ay gibi uzun bir süre aldığı saptanmıştır.

ii — Yığın Liçing :

Endüstriyel çapta hücre liçing yöntemi mümkün olmadığından açık arazide 50, 100 ve 1000 tonluk yığınlar üzerine, hücre liçing deneylerinden elde edilen verilerin ışığında, liçing yöntemi uygulanmaktadır. % 5 eğimli bir arazide sıra ile kum, plastik, kum ve iri cevher olarak hazırlanan yığının üzerine 50 cm aralıklarla yerleştirilen PVC borulardan asitli çözelti verilmektedir. Bu şekilde hazırlanan 100 tonluk Kasar cevherinin 40 günlük liçing süresinde % 88 lik bir uranyum çözünürlüğünün elde edildiği görülmüştür.

Büyük çapta yığma tekniğini ve yığın yüksekliğinin (3 m) geçirgenliğe etkisini inceleme amacıyla yapılan 1000 tonluk liçing işleminde Kasar cevherinin kuvvetli asitli çözelti ve zayıf asitli çözeltilerle yıkanması 21 günde tamamlanmıştır ve ilk damlanın gelmesi için 11 gün geçmesi gerektiği, günde ortalama 10-16 ton çözeltinin basılabilmesi için cevher geçirgenliğinin (Endüstriyel çap) uygun olduğu saptanmıştır.

Kasar cevherinden sonra Çetinbaş, Kayran, Tomaşa, Yardere, Topallı, ve Tüllüce cevherlerinin tek başına ve değişik oranlardaki karmanlarının yığınları hazırlanmış ve çalışmalara başlanmıştır.

2.2. SX Deneyleri :

Yığın liçing çalışmalarından ve hücrelerden elde edilen ana çözeltilerdeki uranyumun Fe, Al, SiO₂, PQ, Ca, Mg gibi elementlerden arıtılması ve konsantre edilebilmesi için bu çözeltiler Solvent Ekstraksiyona (SX) tabi tutulmaktadırlar.

Çözeltideki uranyum Mixer-Settler'lerde (100 İt/saat kapasite) Alamin—336/Kerezon/Dekanol çözeltisi ile organik

faza geçirilmekte, sülfat asitli 1 M. NaCl çözeltisi ile strip edilerek tekrar sulu faza alınmaktadır. Böylece 1-2 gr U_3O_8 /lt olarak sisteme giren uranyumlu çözelti 15 -18 gr U_3O_8 /lt olarak konsantre olmaktadır.

Bu arada organik çözelti sisteme sirküle edilmektedir. Artık çözeltide kalan U_3O_8 ise 1 - 5 ppm kadardır.

Böylece SX ünitesinde organik çözeltinin rejenere edilmesi sistemin optimal debisinin ayarlanması değişik cevherlerden elde edilen çözeltiler için ayrı ayrı saptanmaktadır.

2.3. Sarı Pastanın Çöktürülmesi :

SX den alman arıtılmış ve konsantre edilmiş çözeltilerdeki uranyum teorik miktardaki MgO - Sudu ile PH 5-6 da MgU_2O_7 (Yellow Cake — Sarı pasta) olarak çöktürülmekte, süzülerek 105°C de kurutulularak 50 şer kg lık paketlere konmaktadır. Her 50 kg 1 temsil eden 1 kg lık numunede U, Fe, SiO_2 , V, Mo, SO_4 , F, Cl, Mr, I, Ca, Na analizleri yapılmaktadır. Aralık 1976 sonu itibariyle 350 kg kadar Sarı pasta (% 65 - 70 U_3O_8) üretilmiş ve depolanmıştır.. Elde edilen verilere göre Kasar tipi cevherlerin akım şeması ve fizibilite etüdü hazırlanmaktadır.

3. Sonuç :

Son yıllarda ortaya çıkan elektrik enerjisi açığını, nükleer enerji ile kapatılması tek çıkar yol olarak görüldüğünden, bu enerjinin ilk hammaddeleri olan uranyum cevheri aramaları yoğun bir şekilde sürdürülmektedir.

Bu aramalarda değişik yörelerde bulunacak cevherlere ait numuneler üzerine laboratuvar ve pilot çapta ekstraksiyon deneylerinin yapılması, bunların teknolojik açıdan mevcutlarla birlikte işlenip işlenemiyeyeğini ortaya koyabileceği gibi yeni proses araştırmalarını da gerektirebilecektir. Bu itibarla pilot tesis çalışmalarının arama faaliyetlerine paralel olarak sürdürülmesi gereği açıkça ortadadır.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
YE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

BAYER PROSESİ İLE
ALÜMİNA ÜRETİMİNDE
BOKSİT KOMPONENTLERİNİN
ETKİLERİ

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

BAYER PROSESİ İLE ALÜMİNA ÜRETİMİNDE BOKSİT KOMPONENTLERİNİN ETKİLERİ

Aykut VURAL*

Özet :

Bilindiği gibi Türkiye'de alumina üretimine Seydişehir Etibank Alüminyum Tesisleri Alumina Fabrikasında 30 Mart 1973 tarihinde başlanmıştır. Alüminyum Endüstrisinde oldukça komplike bir yer tutan Alümina Üretimi Seydişehir'de Bayer prosesi ** ile gerçekleştirilmektedir.

Türkiye için yeni olan Alümina üretiminin hammadde-si boksitin bünyesindeki componentler, boksiti işleyecek olan tesislerin teknolojisinden başlayarak, aparatların dizaynı, teknolojik parametreler, fabrika verimi, üretim ekonomisi ve üretilen alümina kalitesine kadar herşeyi etkilemektedir.

Bu tebliğde boksitin iki ana componentinin oram olarak tarif edilen silis modülünün *** Alümina Üretimine olan etkileri bir model hazırlanarak etüd edilmiştir. Yazıda ayrıca mineralojik kompozisyonun önemi ve diğer componentlerin etkileri teorik ve pratik donelerden faydalanılarak incelenmiştir.

(*) Maden Y. Müh. Etibank Alüminyum Tesisleri, Seydişehir

(**) Bayer prosesi hakkında kısa bilgi raporun sonunda verilmiştir.

(***) silis Modülü = $\frac{Al_2O_3}{3} ; \frac{O/n}{n}$

Summary :

In Turkey the alumina production which is the most complicated part in the aluminium industry was started, by use of Bayer process**, at the Etibank Integrated Alumnium Complex in Seydişehir, in March 1973.

The components of bauxite which is the raw material for alumina production determine not only method of production, design of the plant, technological parameters but also the rate of recovery, economy and the quality of produced alumina.

This paper gives an account of a model study related to the effects of silica ratio*** and theoretical and practical studies of the influence of mineralogical composition and of the components of bauxite on alumina production.

Boksitleri» Ana Romponentieri

Boksitlerden Alumina üretiminde bünyedeki Al_2O_3 tenoru ve Al_2O_3 mineralojik modifikasyonları (Gibsit, böhmit, diaspor) üretim teknolojisi ve ekonomisi açısından büyük önem taşır.

Bir trihidrat modifikasyonu olan «Gibsit» tipi boksitlerin işlenmesi ile monohidrat modifikasyonu olan böhmit veya diaspor tipi boksitlerin kostik ile çözünürleşmesi arasında büyük farklılıklar mevcuttur.

Gibsit 105 °C'da reaksiyona girebildiği halde diğerleri için daha yüksek temperatur (200 - 240 °C) gereklidir. Yüksek temperaturde silisin tamamı sodyumalüminyum - hidrosilikat birleşimleri oluşturduğu halde, gibsitik boksitlerin işlendiği temperaturde silisin sadece bir kısmı (aktif silis-kaolin) reaksiyona girdiğinden Na_2O ve Al_2O_3 kayıplarında önemli azalmalar oluşmaktadır.

Boksitlerde alüminyum mineralleri yukarıdaki modifikasyonların dışında korund, kil mineralleri ve ayrıca demir-

C **) A brief description of Bayer Process is given the end of this paper.

$$(***) \text{ Silica Ratio} = \frac{Al_2O_3 \%}{SiO_2 \%}$$

oksit ve demirhidroksit içinde «alumoهماتیت», «alumogeotit», «alumomanyetit» formlarında da bulunmaktadır. Demir mineralleri bünyesinde izomorfik yapıda bulunan $\hat{A}l_2O_3$ 'ün kostik ile çözünürleşmesi olanaksızdır. (2)

Bayer prosesi ile alümina üretiminde teorik çözünürleşme verimi genellikle 2 mol silisin 1 mol Al_2O_3 bağliyacağı varsayımı ile;

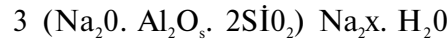
Teorik Verim = $\frac{Al_2O_3 - 0.85 SiO_2}{Al_2O_3}$ olarak ifade edilmektedir.

Seydişehir Alüminyum Tesislerinde teorik verim ile otoklav verimi arasında, uzun çalışmalardan elde edilen donelerden istifade edilerek, sürekli olarak farklılık bulunduğu saptanmıştır.

Bu farklılık aşağıdaki nedenlerle açıklanabilir,

- Teorik verim hesabında öngörülen Al_2O_3 , SiO_2 bağlantısının değişik olması.
- Mortaş boksitlerinde alumogeotit'in mevcudiyeti (1)
- Sekonder (Pseudohydrothermal) diaspor oluşumu ve «titan -diaspor» perdelemesi

Boksitlerin silis komponentlerinin otoklav reaksiyonları sonunda sodyum alüminyum hidrosilikat olarak katı faz oluşturduğu bilinmektedir. X ray'lerle yapılan incelemeler sonucu sodalit ve kankrinit fazlarının oluştuğu saptanmış ve sodalitin aşağıdaki formül ile ifade edilebileceği belirtilmiştir. (5)



Burada X, CO_3 —, SO_4 —, $2Cl$ —, veya $2AlO_2$ — olabilmektedir. AlO_2 — anyonları proseste oluşan sodyumalüminyum hidrosilikata (temperature bağlı olarak) maximum 1.1 Al_2O_3 . $2SiO_2$ olacak şekilde girebilmektedir. $180^\circ C$ 'a kadar oluşan faz sadece sodalit, $260^\circ C$ 'tan sonra oluşan faz ise sadece kankrinit olmaktadır. Bu nedenle 2 mol SiO_2 'ye bağlı Al_2O_3 mol sayısı 1.1 ile 1 arasında değişmektedir.

Na_2O bağlantısına gelince formülden hesaplanacağı gibi 2 mol SiO_2 için 1.33 mol Na_2O şeklindedir. Fakat bu faz-

lar yıkama prosesinde Na⁺O muhtevası yönünden değişim gösterebilmektedir. Silise bağlı Na₂O miktarı Papp tarafından aşağıdaki şekilde formülize edilmiştir (5) :

$$\text{Na}^{\circ}\text{O} \text{ kaybı} = 0.52 \text{ SiO}_2 (\%) + 0.004 (\text{SiO}_2)^2 (\%)$$

Silise bağlı kimyasal kostik kaybı yanında boksitlerin TiO₂, P₂O₅, F, SO₂, V₂O₅, CO₂, G ve CxQ₃ komparierttleri de kostik kayıplarına sebebiyet vermektedir. Bu kayıpların miktarı çalışılan otoklav modülüne bağlı olarak değişmekte ve denge modülüne yaklaştıkça azalmaktadır.

Bu kostik kayıplarına ilâveten tesislerdeki kırmızı çamur yıkama sistemine ve elde edilen kırmızı çamurun morfolojisine bağlı olarak değişen «yapışkan kostik kayıpları» ve kırmızı çamur «Sıvı faz kostik kayıpları» da mevcuttur.

Tesislerimizdeki kırmızı çamur etüdlerinde 1 ton çamur için,

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| a) Toplam kimyasal kayıp | 97.8 Kg. Na ⁺ O |
| b) Yapışkan kostik kayıpları | 1 Kg. Na ₂ O |
| c) Sıvı faz kostik kayıpları | 3.4 Kg. Na ⁺ O olarak |

bulunmuştur.

Papp formülasyonu Seydişehir Âlümına Fabrikasındaki çalışmalarla uyushmaktadır. Silise bağlı kostik kayıplarını Papp formülü, Al₂O₃ kayıplarını 1.0588 mol Al₂O₃/2 mol SiO₂ bağlantısı, titana bağlı kostik kayıplarını ise 4 mol TiO₂/1 mol Na₂O bağlantısı ile sembolize ederek, Mortaş tipi boksitler için değişen silis modüllerine göre Al₂O₃ ve Na₂O kayıp* larmı gösteren bir model hazırlanmıştır. Model hazırlanırken Al₂O₃, SiO₂ ve Fe₂O₃ tenörleri toplamı sabit (%84), Âl₂O₃ tenörü % 51 ile % 65 arasında değişen boksitlerin işleneceği varsayılmıştır. Modelde silis modülü değişimi 5, 12 aralığında tutulmuştur.

Aynı üretimi yapabilmek için silis modülüne bağlı olarak maliyeti etkileyen boksit katsayıları Tablo-1'de, kostik katsayıları ise Tablo-2'de verilmiştir. Her iki tablodan görülebileceği gibi boksit ve kostik katsayıları modül düştükçe çok önemli artışlar göstermektedir.

**Tablo 1 — Çeşitli Modül ve Al₂O₃ tenörlerinde boksit katsayısı (Kuru)
(Ton boksit/Ton Alümina)**

		Al ₂ O ₃ Tenörü %														
		51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
5	2.49	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.23	2.19	2.15	2.12	2.08	2.05	2.01	1.98	1.95	
6	2.40	2.35	2.31	2.26	2.22	2.18	2.14	2.11	2.07	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.88	
7	2.33	2.29	2.25	2.21	2.17	2.13	2.09	2.05	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.86	1.83	
8	2.29	2.25	2.20	2.16	2.12	2.09	2.05	2.01	1.98	1.95	1.91	1.88	1.85	1.83	1.80	
9	2.26	2.21	2.17	2.13	2.09	2.06	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.86	1.83	1.80	1.77	
10	2.23	2.19	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	
11	2.21	2.17	2.13	2.09	2.05	2.01	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73	
13	2.19	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.93	1.90	1.86	1.83	1.80	1.78	1.75	1.72	

iropii «Mis imoa

Şekil - 1'de boksit katsayıları eğrileri, Şekil - 2'de ise eş kostik katsayıları eğrileri verilmiştir. Şekil -1 ve 2'den görülebileceği gibi boksit katsayılarında hem Al_2O_3 tenörü ve hem modül, kostik katsayılarında ise modül daha önemli olmaktadır.

Katsayıların parasal ifadesi Tablo-3'de verilmiştir. Ekonomik analiz % 58 Al_2O_3 tenörlü boksitte, modülün değişmesi ile aynı üretimi yapabilmek için gerekli extra kostik, boksit kırma ve öğütme masrafları gözönüne alınarak yapılmıştır. Tablo hazırlanırken ton NaOH fiatı 2000 TL. ton boksit fiatı 150 TL. ve ton boksit için yapılan diğer masraflar (Kırma, öğütme) 35 TL. olarak alınmıştır. Mukayeseyi kolaylaştırmak gayesi ile 8 modüllü boksit ile diğerlerinin farkları hesaplanmıştır.

Tablo-3'den istifade edilerek aynı üretimi yapabilmek için çeşitli modüller arasındaki farklılık hesaplanabilir. Örneğin 200.000 ton alümina üretimi için 58 Al_2O_3 tenörlü 6 modüllü boksite, 8 modüllü boksite göre yaklaşık 22 milyon TL. extra masraf olacaktır.

Çeşitli Al_2O_3 tenörlerinde ve silis modüllerindeki boksitlerden alümina üretiminde marjinal maliyetler aşağıdaki eşitlik vasıtasıyla, Tablo -1 ve 2'deki boksit ve kostik katsayılarını kullanarak hesaplanabilir.

$$AM = AK_1 \times P_1 + AK_2 \times P_2 \times 1.29$$

Burada;

AM = Marjinal maliyet (TL./Ton Al_2O_3)

AK_1 = Boksit katsayıları arasındaki farklılık (Ton Boksit/Ton Al_2O_3)

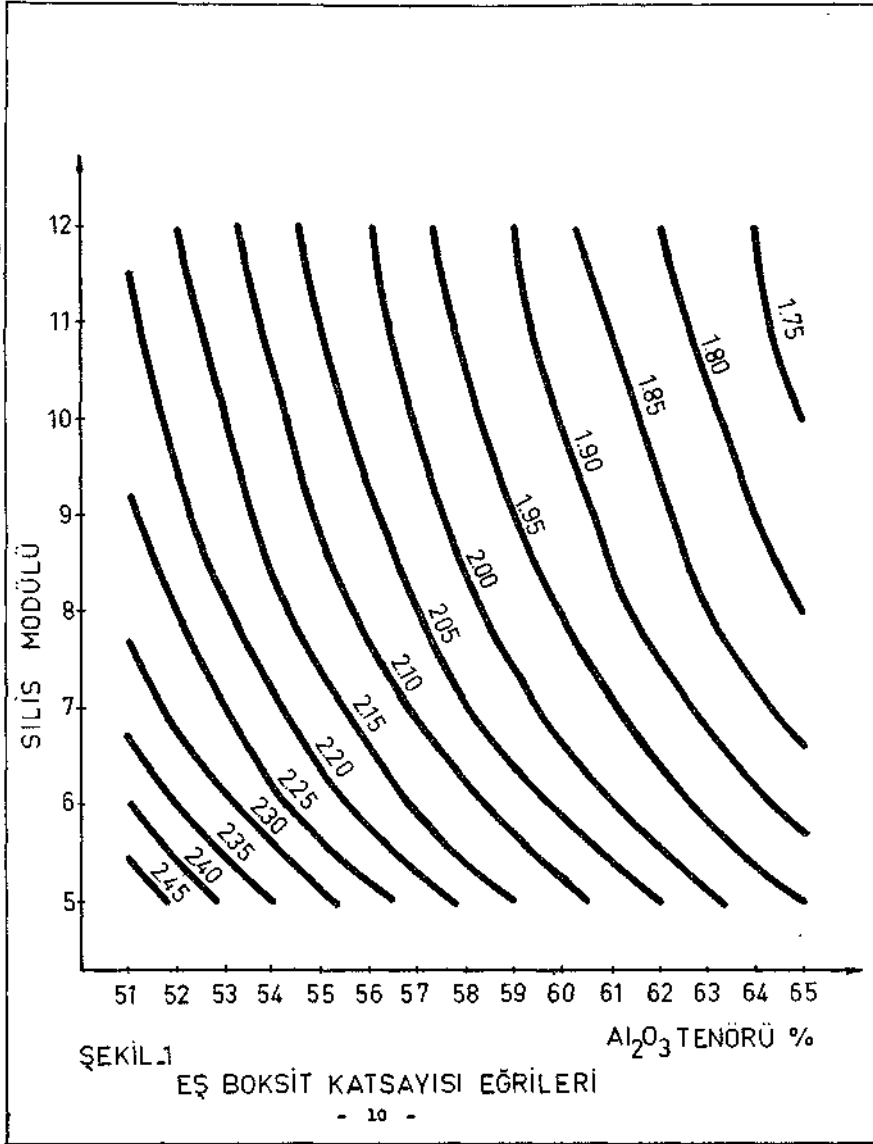
P_1 = Boksit fiatı + kırma, öğütme masrafları (TL./Ton Boksit)

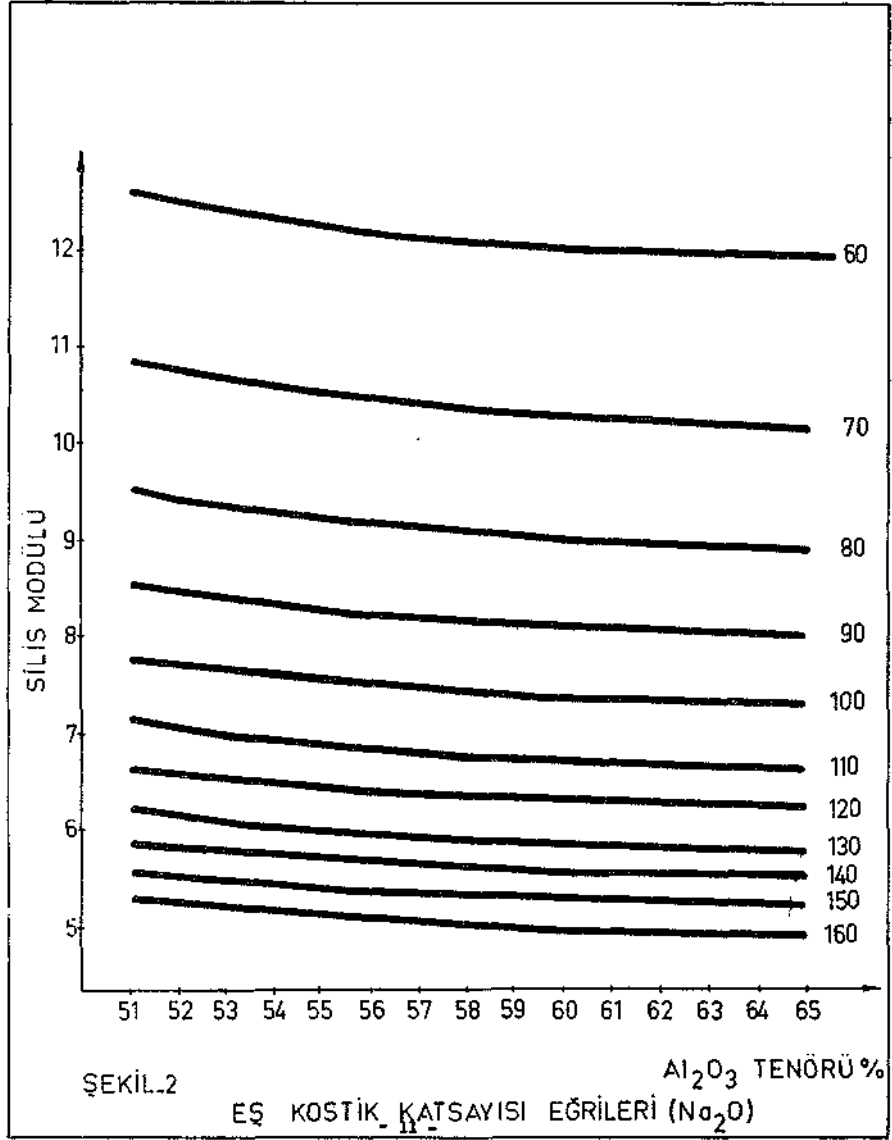
AK_2 = Kostik katsayıları arasındaki farklılık (Kg. Na_2O /Ton Al_2O_3)

P_2 = Kostik fiatı (TL./Kg. NaOH)

1.29 = Na₂O'dan NaOH'a geçiş faktörü

Yukarıdaki eşitlikten boksit silis modülünün alümina üretimine olan etkisini boksit ve NaOH fiatı arttıkça daha da önem kazandığı görülmektedir.





**Tablo 3 — % 58 Al₂O₃ tenörülü boksitler için çeşitli modüllerle katsayıların parasal ifadesi
(Ton NaOH = 2000 TL, Ton Boksit 150 + 35 = 185 TL.)**

Silis Modülü	5	6	7	8	9	10	11	12
B O K S İ T TL/TON Al ₂ O ₃	33.30	18.50	7.40	—	5.55	9.25	12.95	14.80
K O S T İ K TL/TON Al ₂ O ₃	177.63	92.44	37.95	—	27.99	49.48	66.51	80.34
T O P L A M TL/TON Al ₂ O ₃	210.93	110.94	45.35	—	33.54	58.73	79.46	95.14
		+		0				—

**Tablo 4 — 200.000 Ton Alümina Üretiminde Elde Edilen Çamur Miktarları
(% 58 Al₂O₃ Tenörülü Boksit'ten)**

Silis Modülü	5	6	7	8	9	10	11	12
Çamur Miktarı T/Yıl	233232	209071	192971	181446	172816	166099	160722	156340

Silis modülü değişiminin diğer önemli etkileri aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

— Silis modülü düşükçe aynı üretimi yapabilmek için daha fazla boksiti işlemek gerekmektedir. Kurulmuş tesislerde öğütme kapasitesi sınırlı olduğundan belli bir silis modülünün altına düşmek mümkün olmayacaktır. Kurulacak tesislerde ise daha büyük veya daha çok sayıda teçhizat gerektiğinden teğhizata ödenecek bedel yükselecek, dolayısıyla ton alumina da amortisman girdisi artacaktır.

— Düşük silis modülle çalışıldığında daha viskos (S/K'sı düşük) bir pülp elde edileceğinden hidrosiklonlar, pistonlu pompalar, diğer aparatlar ve geçişler etkilenecektir.

— Alümina Fabrikalarında düşük silis modüllü boksitler kullanıldığında çamur miktarı önemli ölçülerde artacağından (Tablo 4) çöktürme ve yıkama devreleri zorlanacak, kurulmuş tesislerde belli bir silis modülünün altına düşmek bu nedenle de mümkün olmayacak ve düşük silis modüllü boksitlerin işlenmesi zorunlu olduğu hallerde ise aynı teçhizatlarla üretilen alümina miktarı azalacağından alümina maliyetinde önemli bir yer tutan sabit girdilerin miktarı artacaktır.

— Ayrıca alümina üretiminde önemli bir konu olan «desilise reaksiyonları» da olumsuz yönde etkilenecektir.

Yukarıdaki açıklamalardan görülebileceği gibi düşük silis modüllü boksitle çalışmada alümina üretim ekonomisi ve teknolojik çalışma şartları menfi şekilde etkilenmektedir. Nitekim düşük silis modüllü boksitlerin işlenmesi için teknolojide değişik metodlar uygulanır (Bayer - Spekaniye seri veya paralel metodları) (11,14).

Demİr Mineralen

Boksitlerde demir mineralleri genellikle hematit, geotit siderit, limonit, manyetit, pirit gibi çok değişik formlarda olabilir. Seydişehir Alümina Fabrikasında kullanılan Mortaş Bok-

sitlerinde ise demir genellikle hematit (Hematogel) ve geotit (Alumogeotit) formlarındadır (1).

Boksitlerin bünyesindeki demir yüzdesi arttıkça çamur miktarı artarak kostik kayıplarını yükseltmekte ve kırmızı çamur çöktürme ve yıkama devrelerini olumsuz şekilde etkilemektedir.

Demir tenörü yanında, boksitin bünyesindeki demirin mineralojik formasyonu kırmızı çamurun yüzeysel özelliklerini etkileyerek, pülpün flokülasyonunda önemli rol oynamaktadır. Genellikle iki değerli demir mineralleri kırmızı çamurun çökmesini kötü yönde etkilemektedirler, bu da alümina'da demir yüzdesinin artmasına dolayısıyla alüminyum metalinde demir miktarının yükselerek kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır.

Titan Mineralleri

Boksitteki titan mineralleri rutil mineralleri ve anatas formlarındadır. Mortaş boksitlerinde rutil bulunmaktadır. Titan otoklavlarda sodyum metatitanat oluşturup (NaHTiO_3) kostik kayıplarına neden olduğu gibi bazı hallerde diasporun çözünürleşmesini etkilemekte dolayısıyla verimin düşmesine sebep olmaktadır. Titanın verime olan bu etkisi kireç ilavesiyle engellenmektedir (15). Mortaş boksitlerinde titanın verim üzerine etki etmediği anlaşılmıştır. Ancak, NaHTiO_3 formasyonu ısıtıcılarda ısı tranfer katsayılarını önemli derecede etkilemekte ayrıca çap küçülmelerine neden olmakta dolayısıyla rej enere buharın değerlendirilmesinde sınırlayıcı rol oynamaktadır.

Diğer Komponentler

CaCO_3 ve diğer karbonat mineralleri Bayer prosesinde soda oluşturması nedeniyle önemlidir. Na_2CO_3 boru hatlarında tıkanmalara yol açtığı ve evaporasyon bölümünde ısı geçirgenlik katsayılarını düşürücü rol oynadığı için belli bir seviyenin üzerinde kireç ile kostifikasyona tabi tutulur. Mortaş

boksitlerinde karbonat mineralleri yüksek seviyede olmadığından, şu anda soda birikimi söz konusu değildir.

Boksitlerin bünyesinde genellikle az miktarda fosfor, flor ve vanadyum bileşikleri bulunur. Boksitlerin çözünürleşmesi sırasında bu elementler kısmen alüminat çömltisine geçerek proses üzerinde olumsuz etkiler yaparlar; Alüminat çözeltilerinde vanadyum ve fosfor tuzlarının bulunması çözelti stabilitesini düşürücü bir rol oynar ve üretilen hidratin tane ebadı incelir (7). Fazla miktarlarda fosfor da hidrat tane ebadını düşürücü rol oynar. Alümina'da vanadyum, üretilen elektrik iletkenliğini de düşürücü bir komponenttir. Çözeltideki vanadyum alümina kalitesini bozucu ve çözelti stabilizesini etkileyici bir seviyeye yükseldiğinde sistemden alınmalıdır. Seydişehir'de V_2O_5 kritik seviyeye yaklaştığında uygulanmak üzere çözültiden V_2O_5 ekstraksiyonu konusunda çalışmalar sürdürülmektedir.

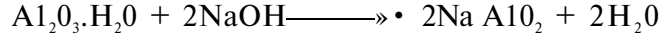
Organik maddeler evaporasyon bölümünde buharlaştırma prosesini olumsuz yönde etkilemekte ve aparatların kirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca köpük teşekkülüne neden olduğundan fabrikanın çeşitli bölümlerinde faydalı hacimlerde azalmalar söz konusu olmaktadır. Organik madde seviyesi belli bir limiti aşınca (Alüminat çözültisinde 0.8 gr/lt) kalsine edilmektedir. Mortaş boksitlerinde organik madde herhangi bir sorun teşkil etmemektedir. (Alüminat çözültisi 1975 yılı ortalaması 0.21 gr/lt dir).

Bayer Prosesi

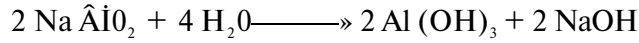
Endüstride boksitlerden alümina üretmek için kullanılan Bayer prosesinde çözümlerleşme şartları cevhere göre değişmekte ise de proses iki önemli esasa dayanmaktadır.

Bunlardan birincisi boksitteki Al_2O_3 'ün belirli şartlar altında NaOH ile sodyumalüminat olarak çözünürleşmesi, diğeri ise elde edilen sodyumalüminattan, Al_2O_3 'ün hidrat halinde çöktürülmesidir. Sadeleştirilmiş bir Bayer prosesi akım şekli 3'de gösterilmiştir.

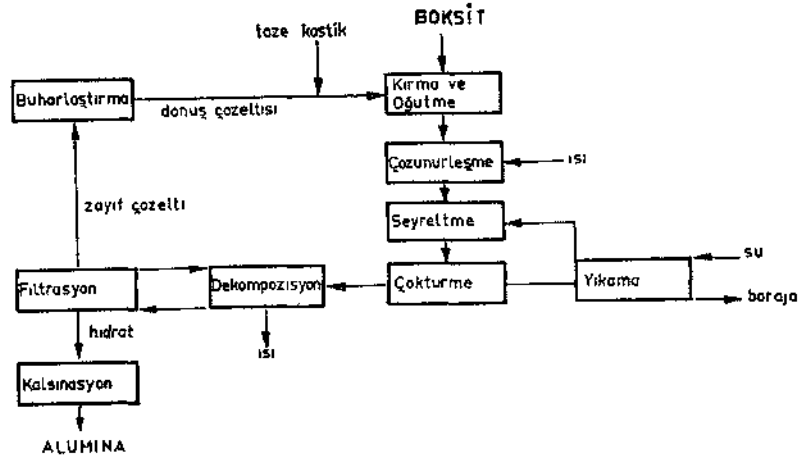
Şekil 3'den de görüldüğü gibi boksit kırılıp, öğütülüp dönüş çözeltilisi ile karıştırılarak çözünürleşme için ısıtılmaktadır. Oluşan reaksiyon aşağıdaki şekilde yazılabilir.



elde edilen pülp dana sonra seyreltilip çöktürücülerde artıklardan (Kırmızı çamur) ayrılır. Çamurdan arınmış sodyumalüminat çözeltilisi soğutularak dekompozörlere gönderilir. Burada saf alüminyum hidroksit (Hidrat) çöktürülür;



Hidrat, çözeltiliden çöktürme ve filtrasyon metodları ile ayrılır. Hidratın bir kısmı çöktürme verimini artırmak üzere tekrar dekompozörlere, diğer kısmı ise alümina üretimi için 1200° - 1300°C de kalsinasyon fırınlarına verilir. Zayıf çözeltili ise buharlaştırmaya tabi tutularak gerekli konsantrasyona çıkarılır. Bu çözeltilinin kayıpları karşılamak üzere taze kostik ilave edilip, öptmeye sevk edilmesiyle Bayer Sirkülasyonu tamamlanmış olur.



ŞEKİL 3

SADELEŞTİRİLMİŞ BIP BA'ER PROSESİ AKIM ŞEMASI

K a y n a k l a r ı

- 1 — VAMÍ : 1968. Leningrad. Report on the scientific - research work «Working out of the equipment technological flowsheet of production from Turkish bauxites of the Doğankuzu and Mortaş deposits».
- 2 — S. I. BENESLAVSKI : 1969. Budapest. Some Reasons for the Incomplete Recovery of Aluminium Oxide Obtained in the Alumina Plants of the Soviet Union.
- 3 — V. G. LOGOMERAC: 1969. Budapest. The Distribution of Rare-Earth and Minor Elements in Some Bauxite and Red Mud Produced.
- 4 — G. SIGMOND, L. MAHIG : 1969. Budapest. Establishment of Alumina Plants.
- 5 — K. SOLYMAR : 1969. Budapest. Recent Results in the Chemistry and Modelling of the Bayer Process.
- 6 — E. DELYANINIS : 1969. Budapest. Alkaline Treatment of Diasporic Bauxites.
- 7 — A. I. DEM'YANENIKO, O. S. BALAK, V. N. BALAK : Removing Phosphorous, Vanadium and Fluorine Compounds from Aluminate Solutions.
- 8 — I. P. KRAUS, V. A. DEREVYANKÎN, S. I. KUZNETSOV : Effect of Crystallization Temperature on the Composition and Some Properties of Sodium Hydroaluminosilicates.
- 9 — A. I. LAYNER : 1961. MOSCOW. Proizvodstva Glinozyema.
- 10 — E. FOLEY, K. TITTLE : 1971. Removal of Iron Oxides from Bauxitic Ores.
- 11 — S. S. BHORAY, V. S. SAMPATH, P. P. BHATNAGAR : NML Technical journal. May 1969. Study on Desilication of Siliceous Bauxite from Kashmir.
- 12 — Seydişehir Alumina Fabrikası Etüd Grubu Rapor No : 5, 6 . 1975, Kostik Rejenerasyonu.
- 13 — A. N. ADAMSON : The Chemical Engineer, June, 1970. Alumina Production : Principles and Practice.
- 14 — L. BARTOSIK, K. STRNAD, M. DANANAY, V. BARTOSIK : 1972. Ziar nad Hronom Chechoslovakia, Tecnic and Economic Problems in the processing of Low Grade Bauxites for the Production of Aluminium Oxide.
- 15 — VON VERA HAZAI, BORSUCZKY, KAROLY SOLYMAR : Budapest. The Role of Titanium, Content of Bauxite in Alumina Production by the Bayer Process.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977.dsi salonu ankant**

DEMİR - ÇELİK
ENDÜSTRİSİNDE
YÜKSEK FIRIN
ÖNCESİ MATERSAL'İN
HAZIRLANMASININ ÖNEMİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

DEMİR -> ÇELİK ENDÜSTRİSİNDE YÜKSEK FIRIN ÖNCESİ MATERIAL'İN HAZIRLANMASININ ÖNEMİ

Dr. Özer AYIŞKAN *

Özet

Bu tebliğde Demir Çelik Endüstrisinde materialin yüksek fırından evvel aglomerasyon öncesi ve sonrasında yapılacak karışımlarla, şarjın kimyasal ve fiziksel yapısının optimum seviyede ve homojen tutulmasının önemi ve imkânları belirtilmeye çalışılmaktadır.

Summary

It is well recognised that to obtain maximum efficiency at the blast furnace it is essential to charge material having constant physical and chemical properties. In this article it is explained about an efficient blending system that will overcome problems of variability between ores and hence provide uniform blast furnace burdens.

1 — GMŞ

Bilindiği gibi Demir Cevheri ve kok, yüksek fırını besleyen ve mayi demir üretimini sağlayan 2 ana materialdir.

Bu iki ana unsurun kimyasal ve fiziksel yapıları yüksek fırın verimini ve maliyeti çok büyük çapta etkilemektedir.

Konuya örnekler pek çok olmakla birlikte özetle aşağıdaki misaller verilebilir :

O M.T.A. Teknoloji Dairesi Bşk. Yrd.

Kimyasal yapı olarak cevherdeki % 1 demir tenörü artışının kok sarfiyatında % 2,5 - 3 arasında bir indirim sağlayacağı ve yüksek fırın verimini % 2 - 4 oranında arttıracığı bilinmektedir. Ref (1).

Koktaki % 1 kül artışının % 1,7 - 2,6 ortalama % 2,15 kok sarfiyatını artıracığı gene koktaki % 1 nem fazlasının % 1 civarında kok sarfiyatını artıracığı ve fırın verimini düşüreceği görülmüştür.

Cevher içerisindeki safsızlıklar yönünden % 59 ilâ 62 Fe tenörlü bir cevherde % 1 oranındaki silis artışının cüraf hacmini arttırdığı ve kokun kül muhtevasına bağlı olarak üretimde 40 - 45 kg/ton pik demir azalttığı ifade edilmektedir. Ref (2).

Fiziksel özelliklere gelince, Japonya'da yüksek fırın verilen direkt cevher üst limiti 100 mm. yerine (10-25 mm) lik parçalar sarf edilerek kireçtaşı 15 - 45 mm ve sinter 15 - 75 mm. ye indirilerek % 50 üretim artışı sağlanmıştır. Ref (7).

Rusya'da Fiziksel ve Kimyasal özellikleri sabit tutularak, Tenörü ancak % 55,5 ve % 55,8 arasında yani % 0,3 lük değişim sınırında tutmak suretiyle, kok sarfiyatında 200 kg. tasarruf sağlanmış yüksek fırın veriminde % 7 artış ve maliyette ise % 2,5 indirim sağlandığı belirtilmiştir. Ref (3).

Misaller yüksek fırının besleme materialindeki değişimlere ne derece hassas olduğunu göstermektedir.

Dünya'da bu hususlar göz önünde tutularak yüksek fırına şarj edilecek materyalin fiziksel ve kimyasal bakımlardan evsaf değişikliği % 0,5 limiti içerisinde tutulmaya çalışılmaktadır.

2 — Türkiye Demir Çelik Tesisleri İçin Homjojen Şarj Material! Temjini ve Üretimi Soranları

Ülkemizdeki demir madenleri çok dağınık ve genellikle küçük madenler tabiri içine girebilecek yataklardır. 100 milyon'un üzerinde rezerv gösteren halihazırda 4 yatak mevcuttur. Bunlar :

Divriği
Hasan Çelebi
Hekimhan Deveci
ve Çamdağ Sedimanter Demir Yatağı

rezervleridir.

Bunlardan Divriği'nde Âglomerasyon üniteleri kurulmakta Hasan Çelebi'de işletme ve âglomerasyon üniteleri projelendirilmekte, Deveci ve Çamdağ cevherlerinde ise Teknolojik değerlendirme olanakları araştırılmaktadır.

Hali hazırda tesislerimiz ham madde ihtiyaçlarını kısmen Divriği'nden sağlamakta büyük bir kısmını ise çok sayıda ve değişik yapıda cevher işleyen özel teşebbüs karşılamaktadır.

Her üç tesisimizde cevherin bir kısmı sinterlenmekte parça cevher + sinter karışımı yüksek fırına şarj edilmektedir.

Tesislerimizde sinter/şarj oranı değişiktir. Ereğli'de % 61,5 sinter, Karabük'te % 44 sinter oranında şarj yapılmaktadır.

Tesislerin Ham madde temini güçlükleri bilindiğine göre sinter üretiminde kullanılan cevher ve buna bağlı olarak sinter kalitesi ne oranda değişmektedir, ayrıca fırına parça cevher olarak verilen materialin kalitesi kimyasal ve fiziksel özellikleri açısından ne denli önemli değişiklikler göstermektedir. Bu değişimler ne oranda asgariye indirilebilir?

İleride sırasıyla Divriği, Hasan Çelebi ve belki Deveci ve Çamdağ tesislerinin ürün vermeleriyle Demir Çelik tesislerimizde alınacak ne tarz tedbirlerle Homojen şarj sağlanabilir?

Yurdumuzun Demir Cevheri ihtiyaç projeksiyonu göz önünde tutulursa, ne denli Demir Cevheri ihtiyacı içerisinde bulunduğumuz ve basamaklı olarak devreye girecek olan kon-> santrasyon ve âglomerasyon tesislerimizin bu ihtiyacı karşılayamayacakları ortaya çıkar. Kaldı ki ihtiyaç karşılanabilseydi bile birkaç milyon ton ile birkaç on milyon ton arasın-

da rezervli küçük diye adlandırdığımız yatakların hatta "daha küçüklerinin bile işlenmeyeceği düşünülemez. Şu halde ileriki yıllarda da özel teşebbüs daha da büyük bir kapasite ile bu yataklardan Demir istihsalinde bulunacak ve tesislerimize satacaktır. Dolayısıyla ileride de yüksek fırınlarımızın çok değişik kaynaklı cevherlerle besleneceğini öngörmek yanlış olmaz.

Bu durum Homojen şarj konusuna işletmeye girecek olan konsantrasyon tesislerinin ancak belirli oranda çözüm getirebileceğini göstermektedir. Problemin çözümü kanımızca ancak Demir Çelik ünitelerimizin girişinde yani birinci basamak olan Ham Madde hazırlama ünitesinde mümkündür.

Çeşitli ocaklardan veya konsantrasyon tesislerinden gelmiş olan cevherler kimyasal ve fiziksel vasıflarına göre ayrı ayrı stoklanmalı sonra istenilen evsafa en uygun bileşimde karıştırılarak sinter ünitesine verilmeli, homojen kalitede sinter üretimi sağlanmalıdır. Bu durumda yüksek fırın şarjının homojen olarak hazırlanmasında özellikle parça cevher etkin olacaktır. Parça cevher paçallanmaları ve buna bağlı olarak değişken sinter ve pelet karışımları gerekebilecektir.

Kısaca stoklama ve paçallama olarak isimlediğimiz bu tedbir ilk bakışta kolay görülebilir.

Büyük stoklama mali külfetleri yanında çok karışık, kalite tespit, taşıma ve karıştırma problemleri getireceği muhakkaktır.

Örneğin material hazırlama bölümünde yapılması gerekli işlemleri kısaca özetliyeyim.

- 1 — Gemiden (veya vagonlardan) boşaltma üniteleri.
- 2 — Cevherlerin başlangıçta ayrı ayrı stoklara alınmaları nakliyat sırasında otomatik tartım ve temsili numune almışı.
- 3 — Cevherlerin kırılarak kullanılması düşünülen işlem için istenilen evsafa uygun bileşimde karıştırılması ve yeniden stoklanması.

- 4 — Katkı maddelerinin ayrı ayrı stoklanmaları ve istenilen terkip için karıştırılmaları. (Ülkemiz yeraltı servetlerinin değerlendirilebilmesi açısından bu karışımda kalkerli demir cevherlerinin de kullanılması düşünülebilir. Örneğin Erdemir için Çamdağ kalkerli cevheri, İsdemir için Silifke Kürtler cevheri).
- 5 — Kömürlerin ayrı ayrı yığılmaları ve kok üretimi için karıştırılmaları : Bu gün için maalesef tesislerimizde sadece bir tek kömür kullanılmaktadır. Yalnız Ereğli Demir Çelikte, Zonguldak kömürüne % 10 oranında Armutçuk kömürü karıştırılmaktadır. Oysaki Teknolojik araştırma sonuçları aynı kalitedeki kokun Zonguldak kömürüne meselâ % 30 oranında Amasra kömürü katılarak üretilebileceğini göstermiştir. Böyle bir karıştırma yeraltı kaynaklarımızın en ideal şekilde değerlendirilmesini ve taşkömürü açığımızı bir oranda kapatmamızı sağlayacaktır. Kaldı ki üretimde kullandığımız kok ta ideal değildir. Örneğin kâfi miktarda mukavim kok üretmemiz nedeniyle İskenderun Demir Çelik yüksek fırınları arzu edilen büyüklükte yapılamamıştır. Daha az uçucu ihtiva eden bir kömürle karıştırılarak basınç mukavemetinin artırılması düşünülebilmektedir. Şu halde hazırlama ünitesinin bir diğer görevi, kömürlerin stoklanması kırılıp paçallanmaları ve kok artığı ile karıştırıldıktan sonra kok fırınına verilmesidir.
- J6 — Üretilen kokun kırılması tane iriliğine göre ayırımı ve stoklanması gene material hazırlama ünitesinin görevi olduğu gibi ayrıca,
Sinter kokunun (% 90 — 3 mm. max 25 mm)
Kok artığının (% 80 — 0,5 mm. max 3 mm)
ve yüksek fırın kokunun, (+ 25 mm.) gerekli ünitelere taşınması bu bölümün görevidir.
- 7 — Sinter karışımı kompozisyonunda yığının hazırlanması, karışım cevher, karışım katkı materialı, sinter koku, sinter incesi ve tesis tozlarının homojen

bileşimde hazırlanması sabit kalitede sinter üretimi için vazgeçilemez bir işlem olacaktır.

- 8 — Sinterin Kırılma ve Elenmesi, çeşitli irilikteki kısımların ayrı ayrı stoklanması ve gerekli ünitelere taşınması bu bölümün bir diğer görevidir. Örneğin sinter 50 mm. ye kırılarak :
25 — 50 mm. arası yüksek fırına
15 — 25 mm. arası sinter tesisine taşınarak sinter yatağı olarak kullanılarak.
5 — 15 mm. arası yüksek fırına
— 5 mm. sinter incesi şeklinde
stoklanarak tekrar sinter üretiminde kullanılacaktır.
- 9 — Demir - Çelik tesisi içerisinde pelet ünitesi mevcutsa bu üniteye gidecek cevherlerin konsantrasyonu, paçallanmaları, peletlenmeleri, ayrıca peletlerin elenerek taşınma ve stoklanma işlemleri bu bölüm tarafından yapılacaktır.
- 10 — Yüksek fırın şarj materialinin hazırlanması; parça cevher, sinter, pelet, kok ve katkı materialinin istenilen homojen terkipte hazırlanması bölümün esas görevidir.
- 11 — Şarj materialinin şarj noktasından (skipten önce) elenmeleri suretiyle 3-6 mm. civarının altındaki tozun alınması işlemi.

Sadece bu son işlemin yani şarj maddelerinin tozdan temizlenmesinin üretimde % 92 ye varabilecek artma sağladığı belirtilirse Ref (3 ve8) yüksek fırın öncesi özetlemeye çalıştığımız material hazırlanmanın ne oranda üretimi etkilediği takdir edilebilir.

Bütün bu işlemler için gerekli stoklama ve taşımaları, gerekli karıştırma alanlarını besleme silolarını göz önüne getirdiğimizde ancak, bahsi geçen material hazırlama ile ülkemizde tatbik edilmekte olan paçallama arasındaki farklılık ve yüksek fırın öncesi materyal hazırlamanın ne denli zor olduğu ortaya çıkar.

Gerek problemin zorluklarını gösterebilmek gerekse problemin çözümünde faydalanmak amacıyla örnek olarak İngiltere'nin Cleveland bölgesinde kurulmakta olan British Steel Corporation^ ait REDCAR projesi verilebilir.

3 — «Redcar» Projesi Material Hazırlama Ünitesi

Redcar projesinin material hazırlama ünitesini burada mümkün ölçüde özetlemeye çalışacağız. (Yakında projeyi detaylarıyla madencilik mecmuamızda yayınlatabileceğimizi umuyoruz).

— Projede sadece material hazırlama işlemi için, ayrılmış olan saha alanı yaklaşık 4 milyon m² civarındadır. Bu alanda yabancı kaynaklı cevherler (yılda 7 ilâ 10 milyon ton ayrı ayrı stoklanmakta ve karıştırma olanakları sağlanmaktadır).

— Projenin gemiden cevher boşaltma tesisi kapasitesi saatte 2000 tondur. Boşaltma 21 ton kapasiteli kazıyıcı kovalarla yapılmaktadır.

— Stoklara taşıma, band silolarını takiben 1,6 m. genişliğinde konveyör bandla yapılmakta, taşıma sırasında otomatik olarak ağırlık kaydedilebilmekte ve otomatik numune alma işlemleri yapılmaktadır. Taşıyıcı band kapasitesi 5000 ton/saattir.

— Stoklama ve stoktan cevherin kazınması «Stacker-bucket reclaiming» makinesi ile yapılmaktadır. Bu makinenin stoklama kapasitesi 4000 t/saat ve stoktan kazıma kapasitesi 2000 t/saattir.

— Kazman cevherin ilgili merkez veya depolara gönderilmesinde 140 cm. genişliğinde konveyör bandlar kullanılmaktadır.

— Vagonlara yüklemek için 2 adet 3000 ton kapasiteli depo kullanılmakta olup her biri yarı ayrı 6 bölümlü ve her bölüm 2 besleyici ağızlıdır. Vagonlara yüklemede otomatik tartı alınmakta, 100 veya 27 tonluk vagonlar kullanılmaktadır.

— Muhtelif diğer materyalin kalker, dolomit, y¼ksek fırın ¼ncesi Őarjdan elenen ince material, tesis artıkları, tesis tozları, c¼ruf v.s. nin taşınmasında ise;

a) Kalker ve dolomit «boom stacker» (3500 t/saat kapasiteli) ve bir konvey¼r sistemi ile demir yolu boşaltma ambarlarından stoklama sahasına taşınmaktadır.

b) Diğer material i¼in kamyon nakliyatı ¼ng¼r¼lm¼Ő¼t¼r.

c) Stoktan alma «Michigan 275 Shovel» lan ile ve taşıma kamyonlarla yapılmaktadır. Silolara taŐımayı takiben besleyiciler ve band taşımaları sayesinde homojen karışım sağlanmaktadır.

— Silolar : Her biri iki titreşimli besleyici ile boŐaltmalı olarak 14 adet silo mevcuttur. Bunlardan 4'¼ ince cevher veya konsantre i¼in diğer 10 tanesi kok ve yardımcı materialin karışıma beslenilmesinde kullanılmaktadır.

Cevher siloları kapasitesi 1000 m³ kalan silolardan 6 sı 500 m³, 4 ü 400 m³ l¼kt¼r.

Sinter Terkibi i¼in gerekli karıştırma işlemi

İyi bir terkip hazırlama ve bu terkibi homojen tutabilecek tarzda besleme sonucu ¼retilen sinterin kalitesi sadece kimyasal y¼nden değil fiziksel y¼nden de sabitleŐmektedir. ¼nemli husus karışım besleme depolarına y¼klenecek materialin daha ¼nceki karıŐtırmalarla homojen nitelikte olmasını sağlamaktadır.

Silolardan material istenilen y¼zdelerde bandlarla alınmakta, karıştırma sahasına taŐınmakta ve karıştırma i¼in 2500 ton/saat kapasiteli «Stacker» ler kullanılmaktadır. 2 adet 200.000 ton kapasiteli sinter besleme karışım yığını hazırlanmaktadır.

Yığınlardan biri hazırlanılırken diğer 2.500 ton/saat kapasiteli «barrel reclaim» lerle alınarak sinter ¼nitesine g¼nderilmektedir.

Ayrıca her biri 246.000 ton kapasitesinde iki pelet girdisi

karışım yığını gene aynı tip makineler kullanılarak hazırlanmaktadır.

Yüksek fırını direkt olarak besliyecek karışım için ise, ayrıca 2 adet yığın hazırlanılmakta olup yığın kapasitesi karıştırma için kullanılan aletler yukarıda belirtilenlerin aynıdır.

Bütün bu yığınlarda maksimum yükseklik 14 metre ve tabandaki genişlik 37 metre olup her yığın yüzlerce seviye veya kat değişik malzemedan oluşmaktadır. Malzeme döşeyici 1.4 m. genişliğinde banda bağlı «track» olup hızı 26,7 m./dakikadır.

Karışım katılan maddeler ince ve parça demir cevheri, dolomit, kalker, kok, toz ve diğer yardımcı materialdır.

Kok Kımp. Bölümü

2,1 x 5.0 m. boyutlarında 5 adet çubuklu, değirmenden oluşmaktadır. Özellikle sinter tesisi için ve gerektiğinde kok fırınları için kok'u kırmaktadır.

Sinter tesisi için istenilen incelik % 90 —3 mm. (ve maksimum 25 mm. şartıdır.) % 10 nem ihtiva eden bu kokun kırma işlemi kapasitesi bir değirmen için saatte 25 tondur.

Kok fırınları için istenilen incelik % 80 —0,5 mm. olup, 3 ilâ 25 mm. lik % 10 nemli cevher öğütülmekte, öğütme kapasitesi aynı değirmen için 6 ton saat'e düşmektedir.

Köroiür Stoklam» ve Dağıtım

Kömür tesise kalkerde olduğu gibi demir yolu vasıtasıyla taşınmaktadır. Buradan yeraltı silolarına alınma ve silodan boşaltma 3 adet değişken hızlı besleyici vasıtasıyla yapılmaktadır, besleyici kapasiteleri 1350 ton/saat olup her biri bir band sistemine bağlıdır. Tesisin ortalama boşaltma hızı 2.700 ton/saattir.

Tesiste yukarıda belirtilen yeraltı silolarından 3 adet mevcut olup ikisi kömür biri kalker için kullanılmaktadır. Boşaltma işlemleri tamamen otomatik olarak kontrol edilmektedir.

Boşaltılan kömür ilkin stok sahasında, geldiği yere göre ayrı ayrı yığılmakta daha sonra tekrardan kazınarak 1500 ton kapasiteli silolara gönderilmektedir. Bu tip silolar 3 hücreden oluşmakta hücrelerin her birinde 2 adet titreşimli besleyici ile boşalma sağlanmaktadır.

Kömürün karıştırılması ayrı bir sahada yapılmakta 50.000 tonluk karışım kömür yığınları hazırlanmaktadır. Yığın hazırlayıcı kapasitesi bu bölümde 1000 ton/sattir.

Karışım kömür yığından Barrel kazıyıcıları ile alınmakta konveyörlerle karışım kömür depolarına taşınmaktadır. Bunlardan çıkış vibrasyonlu besleyicilerle yapılmakta, elekten geçirilen kömür incesi banda alınmakta iri kısımlar kırılarak banda karıştırılmaktadır. Band kok fırınlarına dağıtıcı silolara boşaltma yapmaktadır. Bu noktada bir miktar kok incesi karışıma ilâve edilmektedir. Daha sonra ön ısıtıcı depolardan geçirilerek kömür kok fırınlarına beslenilmektedir.

4 — Material Hazırlama İşlerinin Yurdumuz Tesisleri İçin Önemi

Görüldüğü gibi yüksek fırın öncesi materialin hazırlanması çok büyük bir alanı çok sayıda stoklayıcı, kazıyıcı, taşıyıcı bandı, besleme silolarım dolayısıyla çok büyük bir yatırım ve fevkalâde bir organizasyonu gerektiren bir işlemdir.

Önemi dünyada, en az demir ve çelik üretme işlemleri kadar benimsenmiş olan bu işlemin, yurdumuzda da özellikle değişik yataklardan beslenme sorunları göz önünde tutularak benimseneceğini beklemeliyiz.

Örneğin önümüzdeki yıllarda Divriği, Hasan Çelebi ve Hekimhan Deveci yataklarının üretime başladıklarını düşünelim. Divriği parça cevher, sinter konsantresi ve pelet üretcektir. Hasan Çelebinin sinter konsantresi ve pelet üretmesi düşünülmektedir ve böyle bir üretim sadece cevherin tespit etmiş olduğumuz gibi yapısının bir gereği olarak değil, aynı zamanda kanımızca endüstriyel bir gereksinme olarak lüzumludur. Zira 100 milyon'un üzerinde rezerve sahip, Deveci sinteritlerinin değerlendirilmesinin en ekonomik yolu Hasan

Çelebi ve/veya Divriği sinter konsantreleri ile karıştırılarak sinterlemek şeklinde görülmektedir.

Demir Çelik tesislerimizin ham madde ihtiyaçlarını temin için gerekli diğer gereksinimleri konuya bir oranda geniş çapta bakarak tespit etmeye çalışalım.

Tablo 1 de 100 milyon'un üzerindeki yataklarımız ve bunlardan üretilecek konsantreler ile özel teşebbüsçe işletilecek küçük yatak cevherlerine ait ortalama yaklaşık analizler sunulmaktadır. Analizleri bulunamayan safsızlar tahmini olarak alınmıştır ve bu değerlerin normal değerlerinin üzerinde olmaları kuvvetle muhtemeldir.

Tablo 1 önümüzdeki yıllarda Demir Çelik tesislerimizi besleyecek cevherlerin ortalama kalitelerini aksettirmesi yönünden ilginçtir.

Görüldüğü gibi cevherimizde esas problemi çoğunlukla demir cevherlerinde analizlerini görmeye alıştığımız P, S ve As yerine Mn, Ti ve Alkaliler teşkil etmektedir.

Tablo 2 de tablo 1 de belirtilen demir cevheri potansiyellerimizin ortalama analizi çıkartılarak demir çelik tesislerimizin satın almayı istedikleri cevher kaliteleri ile karşılaştırılmıştır.

Görüldüğü gibi cevherlerimizdeki safsızlıkların ortalaması sadece Titan için problemlilikte olmakta, toplam alkali, ve Mangan yönünden ise problemlilikle karşılaşılabilirliğini göstermektedir.

Kalsiyum ve Magnezyumca 'zengin cevherlerin sinter imalatında kullanılacağını düşünürsek bu safsızlıkların büyük problem yaratmayacağı kanısındayız.

Titan problemine gelince bütün cevherlerimizi ayrı ayrı konsantre edip titandan arıtmaya çalışsak dahi bu problemin fabrikalarımızın istediği oranda çözümlenebileceği tablo 2 de görülmektedir. Kaldığı dünyada bazı fırınlar hatta % 1 varan yükseklikte TiO₂ içeren demir cevherlerini işlemektedir.

Önemli olan husus yüksek fırına beslenen cevherdeki TiO₂ dalgalanmalarını önlemek sabit bir şarjla beslemek şeklinde gösterilmektedir.

Tablo 2 •— Demfir Cevherleri Potansiyelimizin Ortalama Kalitesi ve Demir - Çelik Tesislerimizi **Satın** Almak İstedikleri Cevher Evsafirı

	Potansiyel Ortalama Kalitesi	Erdemir Şartnamesi Baz terkip	İsdemir Şartnamesi Sinter	Direkt Şarf.	Literatüre göre kabul edilecek safsızlık sınırları :
Fe	52,92	55,00	52,21	56,65	45-50
SiO ₂	5,58	8,00	8,26	7,41	13,5-17
Al ₂ O ₃	1,70	2,00	2,64	2,42	2-3
CaO	3,12	2,00*	10,66	1,55	} 6
MgO	1,30	1,00*	2,78	1,33	
Mn	0,93	1,00	1,2	0,7	1-2,5
TiO ₂	0,65	0,01*	0,01	0,002	0,6
Na+CKP)	0,54	0,10*	0,66	0,88	0,6-0,9
P	0,09	0,10	0,208	0,208	0,1-0,5
S	0,06	0,40	0,10	0,10	0,5
As	0,013	0,10	0,002	0,004	0,15-0,2
Cu	0,005	0,10*	0,02	0,021	0,15-0,5
Pb	0,003	0,05*			0,08
Zn	0,003	0,02*			0,08

(*) Bu değerler şartnamede belirtmemiş olup stok ortalama evsafından alınmıştır.

Bu gerçekte Demir - Çelik tesislerimizin önünde iki yol açmaktadır.

1 — Dışarıdan demir konsantresi ithali ve paçallama yoluyla Titan tenorunun düşürülmesi. Ancak Brezilya cevherinde dahi % 0,1 TiO₂ bulunduğuna göre % 0,01 Erdemir veya % 0,002 İsdemir şartnamelerini tutturamayacakları ortadadır.

2 — Şartnamelerinde özellikle Ti, Mn ve alkaliler konusunda bir oranda tolerans göstererek yurdumuz cevherlerini karıştırarak işleme olanaklarını araştırmak.

Bu konuda şüphesiz çok sayıda karıştırma alternatifi

düşünülebilir. Biz Tablo-3 ve Tablo -4'te İsdemir ve Erdemir için özellikle sinter bileşimi için karıştırma imkânlarını araştırdık. Tablo - 3'te İskenderun sinterlik cevher bileşiminde Hekimhan deveci sideritleri % 40 oranında kullanılma imkânı araştırılmıştır.

Deveci sideritleri % 34 oranında CO_2 ve % 4,7 Mn. ihtiva etmektedir. Özellikle yüksek mangan dolayısıyla tek basma istenilen kalitede sinter üretilememektedir. Üretilen sinter kırılğan olmakta ayrıca % 6 Mn ve % 5 MgO ihtivaları dolayısıyla yüksek fırın şarjına müsait olmamaktadır.

Deveci sideritleri ile Hasançelebi sinter konsantresinin sadece ikisinin birlikte sinterleştirilmesi yoluyla ise istenilen fiziksel evsafa sinter üretilebilmekte, fakat sinter kimyasal kalitesi % 1 -1,4 TiO_2 ve % 0,8 -1,2 ($K_2O + Na^O$) içermesi dolayısıyla mahzurlar göstermektedir.

Dolayısıyla karışımın hazırlanmasında Divriği sinter konsantresini ve özel teşebbüs cevherini ilâve etmek gerekli olmuştur., Tablo - 3'te bu yolla üretilecek takribi sinter cevheri evsafı belirtilmektedir.

TaMo 3 — İsdemir Sinterlik Cevheri BileşimS
Araştırması

	Deveci Cevheri	Hasan Çelebi	Özel Teşebbüs	Devriği	SMter Cevheri
Karıştırma Oranı	%40	%30	%W	%20	% 86,8*
Fe	40,0	58,0	53,0	64,0	59,33
SiO_2	2,55	8,5	6,9	2,65	5,51
Al_2O_3	0,8	2,8	2,0	1,10	1,82
CaO	0,9	1,8	2,1	0,57	1,40
MgO	3,25	0,9	1,0	1,4	2,25
Mn	4,7	0,03	0,5	0,1	2,26
TiO_2	0,2	1,5	0,13	0,3	0,69
$JL\beta + Ra_2O$	0,2	1,0	0,2	0,3	0,52

(*) Deveci Cevheri sinterleme sırasında % 34 oranında ağırlık kaybına uğramaktadır (% CO_2)

Tablo 4 — Erdemir Sinterlik Cevher Bileşimi Araştırması

Katıştırma Oran	Çamdağ Kalkerli Cevher Sinter Kons,	Özel Cevher	Çelebi Sinter Köms.	Divriği Sinter Kons.	Sinter Cevheri
	%30	%10	%2fi	%4©	% 91 *
Fe	30,0	53,0	58,0	64,0	56,64
SiO ₂	6,2	6,9	8,5	2,65	5,83
Al ₂ O ₃	0,3	2,0	2,8	1,10	1,42
CaO	15,0	2,1	1,8	0,57	5,82
MgO	1,5	1,0	0,9	1,90	1,64
TiO ₂	0,4	0,13	1,5	0,3	0,61
Naj0+K ₃ O	0,8	0,2	1,0	0,3	0,63
P	0,4	0,1	0,01	0,03	0,16

(*) Çamdağı cevheri sinterleme sırasında % 30 oranında ağırlık kaybına uğramaktadır (%CO₂)

Tablo-4'te ise Erdemir için aynı şekilde bir sinterlik cevher karışım bileşimi araştırılmaya çalışılmıştır.

Erdemir'in çok yakınındaki Sakarya - Çamdağ yatağının özelle karbonatlı tip cevheri bu karışımda kullanılmaya çalışılarak sinterlik cevher TiO₂ ihtivasi bir oranda düşürülmeye çalışılmıştır. Ayrıca çamdağ karbonatlı cevherinin yüksek CaO ve MgO ihtivaları dolayısıyla bazik sinter üretimine yönelinmiştir.

Görüldüğü gibi karıştırma sonucu üretilecek sinterlik cevher kaliteleri, tesislerimizin şartnamelerinde özellikle Titan konusunda belirli bir tolerans getirilmesi halinde kabul edilebilecek limitlerdedir.

Sonuç ve Tavsiyeler

Yurdumuzda halihazır bilinen demir yatakları potansiyeli % 53 Fe eşdeğerli cevher olarak 750 milyon ton

civarındadır. Demir çelik tesislerimizin özellikle Ti, Mn ve (Na₂O + K₂O) konularında belirli oranda bir tolerans tanımları ile ve tesislerimizde yüksek fırın öncesi material hazırlanması imkânları sağladığı takdirde bu potansiyelin yaklaşık olarak tümünün endüstriyel olarak kullanılabilmesine inanıyoruz.

Bu potansiyelle ise, tesislerimizin 1982 yılı ihtiyacı gözönünde tutulursa (15 milyon ton % 52 Fe eşdeğerli cevher) 50 senelik ihtiyacımız karşılanabilecektir.

Ancak kanımızca yüksek fırın öncesi material hazırlamanın gereğine inanmamız ve bu işlem için gerekli yer, malzeme ve otomatizasyon için tedbirler almaya başlamamız zamanı çoktan gelmiştir.

Örneğin «Redcar» projesinde yaklaşık 4 milyon m² olarak düşünülen material hazırlama alanı yerine Karabük tesislerinde stoklama sahası olarak sadece 183 m. uzunluk ve 43 m. genişliğinde bir alan (7870 m²) öngörülmüştür.

Erdemir tesislerimiz için stoklama alanı (boşaltma kısmı hariç olmak üzere) plândan 250.000 m² olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak tesislerimiz yanında büyük alanları material hazırlama ünitesi için ayırmamız değişik cins cevher ve konsantreleri bu alanda ayrı ayrı stoklayarak, gerekli bileşimde karışımlara gitmemiz ve yüksek fırınlarımızı homojen bir şarj ile yüklememiz hem yüksek fırın verimini arttırmamız hemde ülkemiz yeraltı servetlerini kullanabilmemiz açısından çok önemli bir sorun olarak görülmektedir.

Referanslar

1—Turgut ÖNCAN

Milli Prodüktivite Merkezi Seminerleri,

Türkiye Demir Çelik Sanayiinde Demir Cevheri Sorunları,

Demir-Çelik ve Metalürji Sanayiinin Durumu ve Sorunları Semineri.

- 2—Dr. A:B. CHATTBRSEA
Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Sanayi Kalkınma Teşkilâtı (UNİDQ) Endüstrileşme süreci içinde Teknoloji seçimi ve değerlendirilmesi Semineri sayfa 218-228.
- 3—Dr. Remzi SOLAKOĞLU
Milli Prodüktivite Merkezi Seminerleri,
Yüksek fırın verimini artırma Demir-Çelik ve Metalürji Sanayinin Durumu ve Sorunları Semineri.
- 4—Dr. Kutlay ORAL
Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi, Doktora Tezi,
Türkiye Demir-Çelik Endüstrisindeki Gelişme ve Demir Cevheri Madenciliğinde Optimizasyon Problemleri.
- 5—Dr. Özer AYIŞKAN
British Steel Corporation
«JEDCAR» projesinin tanıtımı
Henüz basılmamıştır.
- 6—Blast Furnace Theory and Practice Vol. 1 Edited by Julins H. Strassburger.
- 7—Economic Aspects of Iron Ore preparation Genova 1966.
- 8—R. H. White Blast Furnace Oparation with washed Burden J. of Met. J. 1967-52.
- 9—Camdağ Demir Cevheri Değerlendirme Çalışmaları Ara Raporu
Mürtez TULUKOĞLU
Aysun ÖZDEMİRÖĞLU
Suavi ÇAVUŞ
Aybars ERTUN
Basılmamıştır.
- 10—Deveci Demir Cevheri Değerlendirme Etüdü
Aybars ERTUN
Suavi ÇAVUŞ
Mürtez TULUKOĞLU
Aysun ÖZDEMİRÖĞLU
Basılmamıştır.
- 11—Kemal TAN, Zeki DEVECİ
Türkiye Demir-Çelik Endüstrisinin Ham Cevher İhtiyacını karşılayacak olan yatakların Cevher Hazırlama Yönünden Değerlendirilmesi.
I. Demir-Çelik Sanayi Kongresi, 3-5 Kasım 1976, Karabük.
- 12—Prof. Hayrı ERTEN
İskenderun Demir-Çelik Projesinin Tanıtılması Endüstrileşme süreci içerisinde Teknoloji Seçimi ve Değerlendirilmesi Semineri (Unido) 1973.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsı salonu ankara

/
UZUN AYAKLARIN
TAHKİMİNDE KULLANILAN
«YÜRÜYEN TAHKİMATVIN
UYGULAMA KOŞULLARI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

UZUN AYAKLASIN TAHKİMİNDE KULLANILAN
«YÜRÜYEN TAHKİMAWIN UYGULAMA KOŞULLARI

Dr. Tacettin ATAMAN

Özet :

Yirminci yüzyılın ikinci yarısı .başlarından buyana Avrupa madenciliğinde, uzun ayaklarda kullanılmaya başlanan yürüyen tahkimat sisteminin, bazı koşullarda büyük yararlar sağladığı görülmektedir. Bu sistemin hangi koşullarda uygulanabileceğinin saptanması ile bu koşulların, memleketimizin belli başlı kömür havzalarından hangilerinde bulunabileceği araştırılmıştır. Varılmış olan sonuç ilgi çekicidir.

Abstract :

Since the beginnig of the second half of the twentieth century, use of powered support units in long wall faces of coal mines, provided some advantages in some circumstances. The determination of the conditions of use of this system of supporting and weather these conditions exist in our principal coal basins is investigated in this paper. The results obtained in this study is interesting.

1 — İABÎHÇE :

Avrupadaki kömür ocaklarında uygulanmakta olan uzun ayaklarda 1940 yılına kadar genellikle ağaç direklerle tahkimat yapılmakta idi. II. Cihan Harbinden sonra ağaç direk ve

Assoc. Prof. Dr. O.D.T.Ü.

sarmaların yerini demir direklerle çelik sarmalar aldı. Ayarlı demir direkler önce sürtünmeli direkler olarak başlıca Avrupa kıtası ülkelerinde : (Almanya, Fransa, Belçika, Hollanda) hızla bir gelişme ile uygulanırken İngiltere kömür ocaklarında da hidrolik ayarlı demir direkler gelişti. IV. Madencilik Teknik Kongresinde, sürtünmeli - ayarlı demir direkler tarafımdan bir tebliğ olarak verilmişti. 1950 lerde özellikle İngilterede gelişen hidrolik direkler, önce çelik sarmalarla münferit olarak kullanılmış, sonra da, bu tip direkler, birden çok olarak bir veya birden çok çelik sarmalarla birlikte birleştirilmek suretiyle yürüyen tahkimat üniteleri imâl edildi ve bazı uzun ayaklarda uygulanmaya başlandı. Ortak bir gövdeye monte edilmiş ve tipine göre 2-6 hidrolik direklerin genişletilmiş başlıklarla teçhiz edilmesile oluşan bu tip tahkimat üniteleri, bazı koşullarda çok olumlu sonuçlar vermektedir.

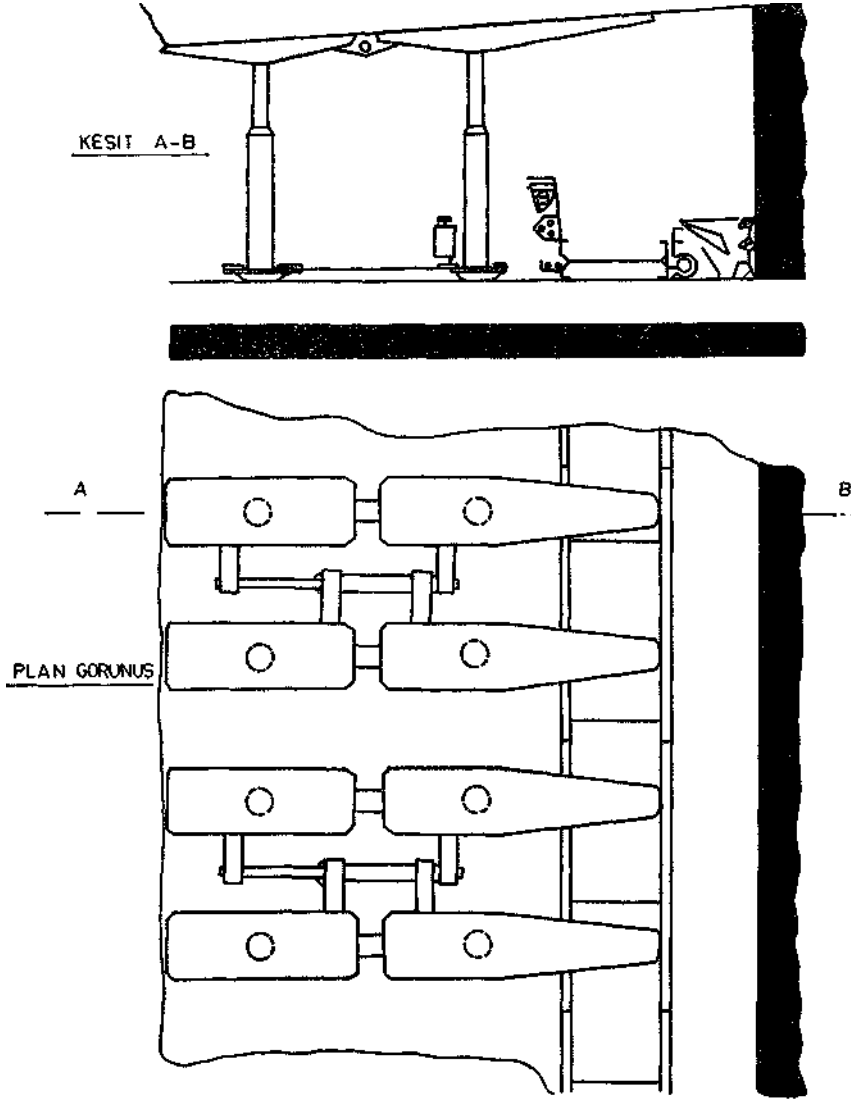
2 — AMAÇ :

Bu tebliğin amacı, uzun ayaklarda alın mekanizasyonuna çok elverişli olabilen bu yeni ve modern tipteki tahkimat ünitelerinin, hangi koşullarda uygulanabileceğini saptaktır. Bu koşulların tesbit ettikten sonra, memleketimizin belli başlı kömür ocaklarından hangilerinde bu koşulların mevcut olabileceği hususu saptanacak ve böylece memleketimizde bu tip tahkimatın uygulanma olanakları araştırılacaktır.

3 — YÜRÜYEN TAHKİMATIN AVANTAJ VE SAKINCALARI :

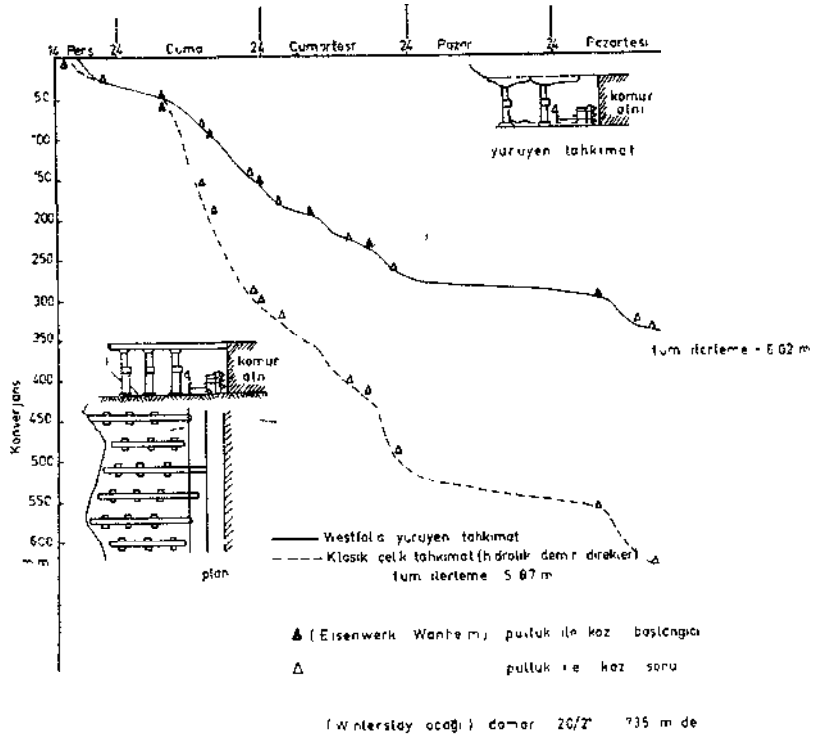
A — Avantajları

I — Bu tip ünitelerde gerek tavan tabakası ile temas eden başlık alanı ve gerekse tabana oturan kısmının yüzeyi çok geniş olduğu için, tavan tabakası kolaylıkla bozulmamakta ve tahkimat ünitesi taban tabakasına gömülmemektedir (Şekil-1). Böylece



ŞeMi-•!

konverjans (tavan inmesi ve taban kabarması) çok
oz olmaktadır. Münferit direklerde ise konvekjans
oldukça yüksek değerlere ulaşabilmektedir.

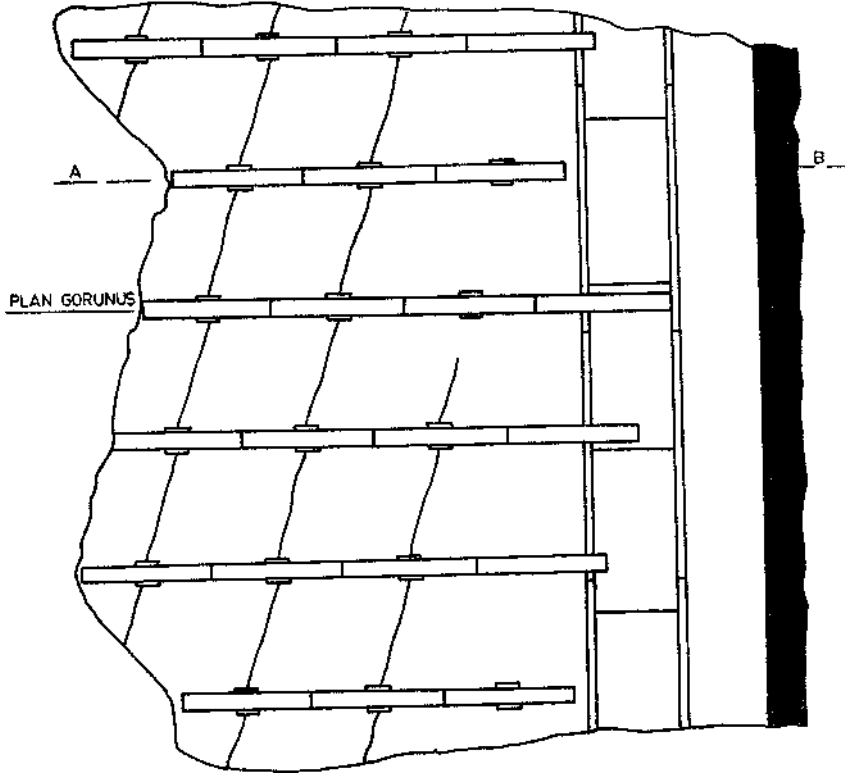
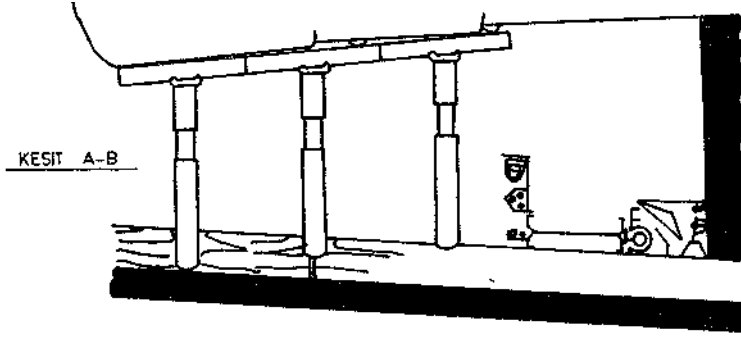


Şekil —2

II — Münferit ayarlı direklerle üzerlerine konan çelik başlıklar (sarmalar) m arkadan sökülüp ileriye alınması ve orda tekrar kurulmasının el ile yapılmasına karşılık, yürüyen tahkimat ünitelerinin ilerletilmesi, hidrolik sistemlerle otomatik olarak yapılmakta ve böylece işçilikten büyük tasarruf sağlanabilmektedir.

III — Alındaki kazı ilerlemesi 45 - 50 cm. yi bulduğu an, bu ünitelerle bir kısım tahkimat elemanı alındaki altı boşalan tavan tabakası altına sürülerek tavan tabakasının âni olarak oturması önlenmektedir. Münferit direklerle yapılan tahkimata üçgen veya

testere ağız düzenleri (ç) uygulansa bile, anı tavan
inneleri (ı) nin önu alınmamaktadır.



Şekil —3

- IV — Çok vakit ve işçilik alan tahkimat elemanlarının sökümü ileriye alınmaları ve tekrar kurulmaları ve alındaki panzerin ileriye alınması gibi yorucu ve çetin işlemlere karşılık hidrolik kumanda ile çabucak ilerleme sağlayan yürüyen tahkimat, alın ilerlemesini hızlandırmakta ve böylece tavan - taban koşullarının bozulmasını önleyebilmektedir (³).
- V — Alında tam bir mekanizasyonun uygulanmasını sağladığı ve böylece ilerleme hızını artırdığı için bir ayaktan yüksek üretim yapılabilen ve üretimin konsantrasyonunu sağladığı için kömürün maliyetini düşürmektedir.
- VI — Alında kömür kazı ve arka tavan kontrolü işlemleri aynı vardiyede yapılabilir. Klasik tahkimatlı ayaklarda ise bu yapılamaz.
- B — Sakıncaları
- I — Ufak atımlı arızalara rastlandığı zaman yürüyen tahkimat ile bu arızalar geçilemez. Ünitelerin sökülerek ileri alınmaları gerekir ki bu çok zor ve masraflıdır.
- II — İlk tesis masrafı, klasik tahkimata göre 2.5 - 3 kat daha yüksektir²).
- III — Çok iyi yetiştirilmiş kalifiye işçi ister.
- IV — Uzunluğu (arızasız kısmının) 800 metreden fazla olan panolarda uygulanabilmektedir. (Söküm, nakil ve montaj masraflarının üretilen beher ton kömür maliyetinde belli bir sınırın altında kalabilmesi için).
- V — Alında kömürün makinelerle kazılabilecek nitelikte olması gerekir. Aksi takdirde, kömürde lağım atma zorunluğu olunca, bu üniteler lağımdan savrulacak parçalara karşı korunmaları çok güç olur.
- VI — Tamir ve bakım masrafları, klasik tahkimat elemanlarına göre çok yüksektir (²).

- VII — Uygulanabilecekleri damar kalınlıkları 1.20 -1.60 metredir. 1.00 -1.20 metre arasında ve 1.60 - 2.40 m. arasındaki damarlar için özel sipariş ile yürüyen tahkimat yaptırılmalıdır. 2.40 m. İlk ve daha kalın damarlarda bu sistemin uygulanması olanaksızdır.
- VIII — Damar kalınlığı değişmesi gerek ayak boyunca ve gerekse pano imtidadmca belli sınırlar içinde kalmazsa uygulanması güçleşir.
- IX — Alındaki kazı ilerlemesi ile yürüyen tahkimatın ilerleme hızlarının ahenkli bir şekilde ayarlanması gerekir. Alın ilerlemesinin günde 2.50 metrenin üstünde tutulması gerekir (²).
- X — Yürüyen tahkimat, yatay veya az meyilli damarlarda, ve diğer koşulların uygun olduğu hallerde, uygulanabilir. 15° yi aşan meyilde olan damarlarda uygulanması başarılı olmamaktadır.
- XI — Taban ve tavan tabakaları arasındaki izafi yatay hareketler, küçükte olsa, yürüyen tahkimatı büyük çapta etkiler. Özellikle, klasik ayak tahkiminde uygulanmakta olan kısmî ramble (alma dik taş duvar = strip packing) veya tam ramble yerine ayak arkasının yürüyen tahkimatın uygulandığı ayaklarda tüm göçertmesinde, tavan ve taban tabakaları arasında izafi yatay hareketleri çoğalır ve yürüyen tahkimat ünitelerini kuvvetle etkileyerek onları tahrip edebilir (⁴).

4 — YÜRÜYEN TAHKİMATIN UYGULANMASINDA İNCELENECEK HUSUSLAR

1 — EKONOMİK ETKENLER

a — İşçilik

Yürüyen tahkimatın ilk tesis masraflarının klasik tahkim sistemine göre 2.5 - 3 kat yüksek olmasına karşılık işçilikten sağlıyacağı tasarruf hesaplanmalıdır.

b — İstihsal edilecek panonumı ömrü

Yürüyen tahkimatın uygulanacağı panonum ömrü ne kadar uzun olursa, yani belli bir ilerleme hızına göre ne kadar uzun müddet o panoda üretim yapılabilirse, o nisbette o pano, ekonomik olarak bu sistemle çalıştırılabilecektir.

c — Ayak uzunluğu ve ilerleme hızı

Yavaş ilerleyen çok uzun ayaklarda yürüyen tahkimat pek ekonomik olamaz. Zira istihsal ayak uzunluğu ve ilerleme hızının çarpımı ile orantılıdır. Yatırımlar ise (yürüyen tahkimata yapılan yatırımlar) ayak uzunluğu ile orantılıdır. Böyle olunca çok uzun ayak yerine : (ayak uzunluğu x ilerleme) yi maksimum kılan bir ayak uzunluğu uygulamak gerekir.

d — Günde yapılan kazı vardiyesi sayısı

Günde 8 er saatlik üç vardiye ile çalışılan yerlerde, her vardiye kazı yapılması, vardiyede 1.2-1.5 metre ilerleme yapılırsa günde 3.60 - 4.50 metre ilerleme sağlanır. Bu da c maddesinde açıklanmış olan yararları sağlar.

e •— Sermijaye faktörü

Bunun için canlı bir örnek verelim :

200 yd. (183 metre) boyunda olan ve 4 ayak (1.22 metre) kalınlıktaki bir kömür damarının çalışmakta olduğu bir uzun ayakta normal aralıklarla kullanılan yürüyen tahkimat ünitelerile teçhiz edilirse, kullanılan yürüyen tahkimatın tipine göre gerekli sermaye 30 000 £ 55 000 £ (900 000 - 1 650 000 TL.) na ulaşır. Halbuki aynı ayakta mafsallı 3 sarma — 3 hidrolik demir direk kullanılırsa gerekli sermaye 15 000 £ - 18 000 £ civarında olur (⁴). (1965) rayiçlerine göre).

II _ DOĞAL FAKTÖRLEE

Bu gün kullanılmakta olan yürüyen tahkimat üniteleri, koşulların değişmelerine karşı, münferit demir direk ve

sarma sistemi kadar uygunluk gösteremez (yani flexible değildir). Bu nedenle, ayaklardaki koşulları etkileyecek doğal faktörleri incelemek gerekir.

a — **Kömür idamlarının**, tabanında ve tavanında bulunan tabakalar (5)

Kalınlıklarının ve bu tabakaları oluşturan kayaçların cinslerinin saptanması gerekir. Özellikle, taban tabakasının sert veya yumuşak olması çok önemlidir. Çok yumuşak taban tabakasında münferit direkler, yük altında tabana gömülecekleri için kullanılamaz. Böyle tabanlarda, taban genişliği büyük olan yürüyen tahkimat üniteleri kullanılmalıdır. Taban tabakalarının yürüyen tahkimatın kolaylıkla ileri alınmasına engel olacak pürüzleri olmamalıdır. Hemencecik tavan (immediate roof) tabakası da bu hususta önemli rol oynar. Yürüyen tahkimat genellikle arka göçertme ile birlikte uygulandığı için hemencecik tavan tabakasının, yürüyen tahkimat ilerledikçe kolaylıkla göçmesi ve göçtükten sonra da arkayı kapatması gerekir. Kısmî ramble ile veya tüm ramble yaparak tavan kontrolünü yapmak ile yürüyen tahkimatın kullanılması çok güç olur (4). Buna karşı çok yumuşak ve ufalanabilir bir hemencecik tavan, üstteki tabakalar ile yürüyen tahkimat üniteleri arasında ezilir ve büyük tavan inmelerine yol açar. Bu durumlarda, eğer kömür damarı yeteri kadar dayanıklı ise, 12 -15 cm. kadar kömür bandı tavanda bırakılır. Esasında, hemencecik tavan tabakasının kolaylıkla göçertilebilmesi ve yeteri kadar da basınç dayanımlı olması ve kalınlık itibarile de, kırılıp göçünce, üstündeki tabakalarla birlikte arkayı kapatabilmesi gerekir. Burada, göçen tavan tabakalarının, en az damar kalınlığının iki katı bir yüksekliğe ulaşması ile arkanın kapatıldığı kabullenilmektedir. Bu husus sağlanamazsa, ana tavanın zaman zaman kırılması sonucu, yürüyen tahkimata büyük darbe etkileri gelir ve tehlikeli durumlar oluşur.

b — Damar kalınlığında değişme

Yürüyen tahkimat ünitelerindeki hidrolik direklerde iç - direk ile dış - direk arasındaki teleskopik kayma (boy

ayarlanması) sınırlıdır. Bu nedenle gerek ayak boyunca ve gerekse çalışılan bütün panoda rastlanacak damar kalınlığı değişimleri önceden tahmin edilebilmeli ve yürüyen tahkimat üniteleri ona göre seçilmelidir. Zira, münferit ayarlı demir direklerde kısa gelen yerine uzununun konması çok kolaydır. Halbuki yürüyen tahkimat ünitesinin değiştirilmesi çok zordur.

c — Damar meyli

Genellikle 7° - 8° nin üstünde meyilli olan damarlarda yürüyen tahkimatın kullanılmasına pek rastlanmamaktadır. Yalnız 14° lik bir ayakta ($\cot a = 4$, $a = 14^{\circ}$) yürüyen tahkimatın başarılı kullanıldığı görülmüştür⁽⁴⁾. Daha çok meyilli ayaklar için özel üniteler imâl edilmektedir.

d — Damar arızaları (faylar)

Yürüyen tahkimat uygulanan bir ayakta, rastlanan küçük arızaların geçilmesi, münferit demir direk-sarma düzenine göre çok daha güç olmaktadır. Bu nedenle, yürüyen tahkimatın uygulanacağı panolarda böyle arızaların (sıkma, küçük atımlı faylar) bulunup bulunmadığı önceden tayin edilmelidir. Yürüyen tahkimat ile geçilmeyecek arızaları ihtiva eden panolarda bu üniteler uygulanamaz.

e — Suyun varlığı ve niteliği

Çalışılacak ayakta su olacaksa, bu suyun kimyasal bileşimi bilinmelidir. Korrozif (aşındırıcı ve paslandırıcı) suların hidrolik düzenleri bozabileceği hesaba katılmalıdır.

III — Planların incelenmesi

Bir panoda yürüyen tahkimatın tesisinden önce, o pano civarında üstünde veya altında eski imalatın olup olmadığı ve varsa bu çalışılmış yerlerde bırakılmış topukların olup olmadığı iyice saptanmalıdır. İleride, ayak çalışılırken, eski imalattan ve özellikle panonun üstünde veya altında bulunan damarlarda bırakılmış eski topukların tavan - taban ko-

şullarını çok olumsuz olarak etkilediği uygulamalardan anlaşılmaktadır.

IV — Taban ve tavan tabakalarının koşulları

Yürüyen tahkimatın uygulanmasında, taban ve tavan tabakalarının koşulları çok önemlidir. Bu tabakaların, bir «strata control» mühendisi tarafından önce, sadece bakarak incelenmesi ve bu uygulamanın mümkün olmayacağı tayini yerinde olur. Olumlu bir kanıya varılınca, tavan ve taban tabakalarının ayrıntılı incelenmesi ve onlara en uygun yürüyen tahkimat tipinin seçilmesi gerekir.

Ölçü Âletleri Araştırma :

- Tavan ve taban tabakalarının dayanımlarının tayini ile, aşırı yüklerin oluşmasını önleyecek tavan ve taban yüzeyleri saptanır.
- Tavan tabakası ile taban tabakası arasındaki izafi yatay hareketin tavanın göçertilmesinde artacağı bilinmektedir. Bu tip hareketlere maruz kalacak yürüyen tahkimat üniteleri bozulup kırılabilir. Bu gibi yatay hareketlerin önceden ölçülmesi gerekir.
- Tavan ve taban tabakalarının konverjans miktarları ölçülmelidir. Ancak bu konverjans tahkim sistemine göre değiştiği için, konverjans, yürüyen tahkimatın tesisinden sonra ölçülmesi gerekir.

5 — TÜBKİYEDE YÜRÜYEN TAHKİMATIN UYGULANABİLME OLANAKLARI

Belli başlı könlir havzalarımız şunlardır

I — Zonguldak havzası kömür ocakları

II — G.L.İ. Tunçbilek ocağı

III — Orta Anadolu Linyitleri

Bunları sıra ile ele alalım :

Zonguldak havzası kömür ocakları

- I — Halen çalışmakta olan Zonguldak Kömür ocaklarında mevcut kömür damarları, birçok büyük faylarla küçük panolara bölünmüş olmakla ve az meyilli damarların pek az bulunması nedeniyle, bu damarlardaki ayaklarda yürüyen tahkimatın uygulanması ekonomik olamaz. Münferit hidrolik direkler ve mafsalı sarmalarla bir kısım ayakların tahkimine gidilebilir.
- II — G.L.İ. Tunçbilek ocağında genişliği müsait panolarda yalnız tavan ayaklarda yürüyen tahkimat uygulanabilir. Bunun için ayak altında kömürün kazılmasının ve konveyöre yüklenmesinin mekanize edilmesinin sağlanması gerekir. Bu konu ise ayrı bir etüd ve araştırmaya bağlıdır. Soma Kömür ocaklarında ise, kömür damarının çok kaim olması, yürüyen tahkimatın uygulanmasına elverişli değildir.
- III — Orta Anadolu linyit işletmelerinde, öncelikle tavan kömüründe alın mekanizasyonu ile birlikte* yürüyen tahkimatın uygulanmasının mümkün olduğu kanısındayım. Zira bu havzada damar kalınlığı, damar meyli ve taban - tavan koşulları bu uygulamaya elverişli olduğuna kani bulunmaktayım. Bunun için de kömür kazı ve yükleme işlerinin mekanize etme sorununun bir araştırma ile çözülmesi ve ancak ondan sonra yürüyen tahkimat ünitelerinden en uygun olanının saptanması yerinde olur.

K a y n a k l a r :

- 1 — ATAMAN, T. La Thèse Principale de Doctorat, 1964 Mons Faculté Polytechnique de Mons
- 2 — SPRUTH, F. «Strebausbau in Stahl un Leichtmetal» "Verlag Glückauf GMBH Essen, 1964

- 3 — ATAMAN, T. «Reoloji Kanunları Işığında, Uzun Ayaklarda Tavan Konverjansı ve Alın ilerleme Hızının Tavan Basıncı Üzerindeki Etkileri».
- 4 _ WOODRUFF, S. D. «Methods of Working Coal And Metal Mines» Volume 2 : «Ground Support Methods» Pergamen Press. 1966 OXFORD, LONDON, EDINBURGH, NEWYORK, PARIS, FRANKFURT
- 5 — DUBOIS, L. «25 ans de Soutènement Métallique en Taille Aux Charbonnages de Winterslag «Revue de l'industrie Minérale» Page: 31 - 42 Pression de Terrains, Conférence Internationale Paris -1960.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**

14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

SONLU ELEMANLAR
YÖNTEMİ VE
MADENCİLİĞE
UYGULAMA OLANAKLARI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ VE MADENCİLİĞE UYGULAMA OLANAKLARI

Aydın BİLGİN *

Özet

Bilgisayar kullanımı gerektiren Sonlu Elemanlar Metodu, yapıların analizinde kullanılan sayısal bir yaklaşım yöntemidir. Bu tebliğde Sonlu Elemanlar Metodu tanıtılmış ve kullanım alanları belirtilmiştir. Sonlu Elemanlar Metodu nun jeoteknik ve madencilik yapılarının denge ve emniyetliliğinin araştırılmasındaki önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, maden yapılarının dizaynında metodun geçerliliği ve güvenilirliği araştırılmıştır.

Abstract

The Finite Element Method, which needs the use of digital computers; is a numerical approach used for the analysis of structures. In this paper, the description and the fields of application of the Finite Element Method are given. Attention is also given to the importance of analysis of stability and safety of geotechnical and mine structures. On the other hand, the validity and reliability of the method in the design of mine structures are investigated.

SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ VE MADENCİLİĞE UYGULAMA OLANAĞI, MADENCİLİK VE DİZAYN :

Kısaca, madencilik emniyetli ve ekonomik koşullarda herhangi bir cevherin çıkarılması olarak tanımlanabilir. Bu

(*) Maden Müh., Asistan., ODTÜ, Maden Müh. Böl.

tanınım gerçekleşebilmesi ancak iyi bir plânlamayla mümkündür. Kaya mekaniği açısından madenler, pek çok galeri, kuyu, ayak, topuk v.b.'den oluşan büyük yapılardır. Her çeşit mühendislik yapısında olduğu gibi, madenlerde de dizaynın önemi büyüktür. Özellikle üretim ile emniyetin birlikte yürütülmelerinin gereği hatırlanınca bu önem daha da artar.

Bu noktada, maden yapılarının dizaynını kısaca inceleyelim.

1 — Verilerin Toplanması :

Bunların başlıcaları kayaçların içinde buldukları gerilim durumları, kayaların mekanik özellikleri, bölgenin jeolojik yapısı, fay ve diğer yapısal çatlak sistemlerinin saptanması ve varsa dolgu malzemesinin özellikleri, yeraltı suyu durumu, kazı kesiti v.b.'dir.

2 — Yaklaşım Yöntemleri :

Kendisinden bekleneni verebilen madencilik yapılarının oluşabilmesini sağlamak için, toplanan verilerin ışığı altında, fiziksel açıdan bu yapılara benzeyen ve çözümü bilinen basit problemler yaklaşım olarak kullanılmalıdır. Bu yöntemler üç sınıfta toplanabilir.

a) Analitik Yaklaşımlar :

Galerileri ince ve kaim cidarlı silindirler, kaçamak yolu tavanlarını kirişler olarak düşünebiliriz.

b) Sayısal Yaklaşımlar :

Sonlu elemanlar metodu, dinamik serbestleşme metodu gibi.

c) Fiziksel Modeller :

Bunlar laboratuvar çapında yapılan modellerdir ve gözlem değerindedir. Sayısal sonuç vermezler.

• 3 — Dizayn :

İlk dizayn toplanan verilerin, laboratuvar modellerinin veya diğer yaklaşımların ışığı altında daha gerçekçi bir şe-

kilde yapılabilir. Genellikle ilk dizayn esas olmakla birlikte gerçek boyutta uygulamaya geçildikten sonra çıkabilecek sorunlar, nedenleri saptanarak ilk dizaynın değiştirilmesinde kullanılabilir.

SONLU ELEMENLAB METODU :

Mühendislik yapıları genellikle iki ana grupta toplanabilir. Birinci grup bina, köprü, gemi, uçak gibi birçok parçanın birleştirilmesiyle oluşanlardır. Madenleri de kapsayan ikinci grup genellikle bir bütün malzemenin işlenmesiyle oluşur. Kaya mekaniği açısından madenler, kayaların çeşitli şekillerde kazısı ile oluşan yapılardır. Kayalar doğal yapısal malzemeler olarak değerlendirilir ve özellikleri yatay malzemelerden farklıdır.

Uygulamalı fizikte sınır değer (Boundary value) problemleri genellikle iki metodla çözülür. Birinci metod analitik çözümdür. Analitik çözüm yapısal malzemenin davranışını temsil eden bir matematik ifadedir. Analitik çözüm yöntemi malzemenin mekanik özelliklerinin ve yapı geometrisinin basit olduğu ve genellikle yapının sonsuz bir ortam içinde var sayıldığı durumlar için geçerlidir. Malzeme özelliklerinin ve yapı geometrisi ile, sınır koşullarının karmaşık olduğu durumlarda, mühendis sayısal (nümerik) metodları kullanır. Sonlu Elemanlar Metodu bunlardan biridir. Tablo -1 sonlu metodunun hangi alanlarda uygulandığını göstermektedir. Bir sınır değer probleminde problemin bilinmeyenleri, sınırlarda bilinen değerler yardımıyla bulunur. Bilgisayar kullanımını gerektiren sonlu elemanlar metodu bu problemlere sayısal çözümler getirir. Sınır değer problemleri üç ayrı yaklaşımla çözülür.

- a) Yerdeğişim (Displacement) metodu,
- b) Denge (Equilibrium) metodu,
- c) Karışık (Mixed) metod,

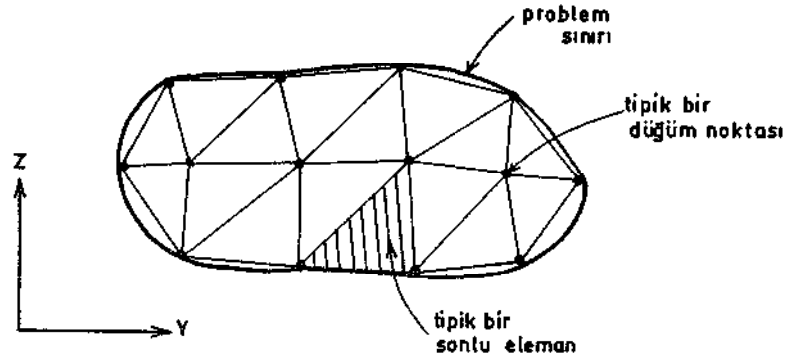
«a» yaklaşımında malzemenin yerdeğişimleri problemin bilinmeyenleridir. «b» yaklaşımında malzemenin gerilimleri prob-

lemin bilinmeyenlerini oluşturur, «C» yaklaşımında bazı yerdeğişimler ve bazı gerilimler problemin bilinmeyenleridir. Bu tebliğde metodun tanımını kolaylaştırmak ve anlaşılabilirliğini sağlamak için yerdeğişim yaklaşımı kullanılacaktır.

SONLU ELEMANLAR ANALİZ YÖNTEMİ W

1 — Sürekli Yapının Parçalara Ayrılması :

Süreklilik, analizi istenen fiziksel bir yapıdır. Sonlu elemanlar metodu bir bütün yapının parçalara ayrılıp incelenmesini öngörür. Şekil - 1'de görülen bu parçaların herbiri bir sonlu elemandır (Finite Element). Sonlu elemanlar düğüm noktaları (Nodes) denilen belirli noktalarda birbirlerine bağlanır.



Şekil -- 1

Problemi bir bütün olarak çözmek yerine, herbir sonlu eleman için denge koşulu formüle edilir ve formülasyonlar birleştirilerek yapının tümü için çözüm bulunur. İki - boyutlu analizlerde sonlu elemanlar üçgen veya dörtgenler şeklindedir. Üç-boyutlu analizlerde üçgen, dörtgen prizmalar veya küpler kullanılabilir.

Tablo 1 – Sonlu Elemanlar Metodunun Mühendislik Uygulama Alanları

UYGULAMA ALANI	DENGE PROBLEMLERİ (Equilibrium problems)	AYGENBEĞER PROBLEMLERİ (Eigenvalue problems)	YAYILMA PROBLEMLERİ (Propagation problems)
1 – İnşaat Mühendisliği	Kiriş, Plak, Kabuk yapılarının analizi	Yapıların emniyetliliği	Gerilme dalgalarının yayılması
Yapı Mekaniği	Karmaşık yapıların analizi	Yapıların titreşim analizleri	Yapıların dinamik mukavemeti
Uzay Mühendisliği	İki ve üç-boyutlu gerilim analizleri Prizmatik kesitlerin bükülme problemleri	Doğrusal visko-elastik salınım	Termoelastisite ve termoviskoelastisite problemleri
2 – Kaya Mekaniği	İki ve üç-boyutlu gerilim analizleri	Zemin-yapı kombinasyonunun dinamik etüdü	Zemin ve kayalarda kararsız sıvı akışı (Transient flow) zemin oturması problemleri,
Zemin Mekaniği	Yapı ve kazı problemleri		Gerilim dalgalarının yayılması
Temel Mühendisliği	Şev problemleri Yapı-Temel problemleri Tünel, Baraj, Sondaj, Kanal, Menfez, Köprü analizi Zemin ve kayalarda kararlı sıvı akışı (Steady-State flow)		Dinamik zemin-yapı etüdü
3 – Isı Transferi	Katı ve sıvılarda kararlı ısı dağılımı		Katı ve sıvılarda kararsız (Transient) ısı dağılımı
4 – Hidrodinamik, Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği	Sıvıların potansiyel ve viskoz akış problemleri Gözenekli ortamda kararlı sıvı akışı Hidrolik yapı ve baraj etüdü	Göl ve limanlarda ritmik su seviyesi değişimi problemleri Rijit kaplarda sıvı çalkalanması problemleri	Nehir ağzlarında tuzluluk ve kirlilik etüdü Tortu taşınması problemleri Dalga yayılımı problemleri Gözenekli ortamda sıvı akışı problemleri
5 – Nükleer Mühendisliği	Nükleer santral yapıları etüdü Nükleer santral ve Reaktörlerde kararlı ısı dağılımı problemleri		Dinamik ve Termoviskoelastik nükleer santral yapısı etüdü Reaktör ve santrallarda kararlı ısı dağılımı prob.

Yapıyı parçalara ayırma işlemi problemin sonuçlarını ve dizaynın güvenilirliğini etkileyeceği için son derece önemlidir ve mühendislik zekâsını ve tecrübeyi gerektirir.⁸

2 — Yerdeğişimi Modellerinin Seçimi :

Herbir sonlu eleman içindeki yerdeğişimlerin dağılımını veya değişimini temsil eden basit fonksiyonlar seçilir. Bunlara yerdeğişim modeli denir. Düğüm noktalarındaki yerdeğişim değerleri problemin bilinmeyenleridir. Böylece problemin tümünün çözümü, bize yapının düğüm noktalarındaki yerdeğişimlerini verir. Trigonometrik yerdeğişim modelleri seçilebileceği gibi, matematik işlemlerde kolaylık sağladığı için polinom şeklinde modeller tercih edilir. Yerdeğişim modelinin seçiminde birbirleriyle ilgili bazı faktörler rol oynar.^{1, 28}

a) Model polinomun terim sayısı :

Yapı bünyesindeki yerdeğişimleri gerçeğe yakın bir yaklaşıklıkla bulabilmek için model polinomun terim sayısı önemlidir. Model polinomun terim sayısı en az, bir düğüm noktasındaki bilinmeyen sayısı ile elemanın düğüm noktaları sayısının çarpımı kadar olmalıdır. Örneğin tek boyutlu, bir elemanın iki düğüm noktasının, tek yönde yerdeğişimleri söz konusudur ve model polinom en az iki terimli olmalıdır.

b) Yerdeğişim uygunluğu

(Displacement Compatibility) :

Sonlu elemanlar arasında yerdeğişim uygunluğu sağlanmalıdır. Örneğin iki komşu elemanın ortak düğüm noktalarında, birinci elemanın o düğümünün belirli bir yöndeki yerdeğişimi, komşu elemanın aynı düğümünün aynı yöndeki yerdeğişimine eşit olmalıdır.

c) Sabit birim - def ormasyon koşulu

(Constant strain mode) :

Herhangibir sonlu elemanı o kadar küçültelim ki, bu eleman içinde birim - deformasyon değişmez olsun. Bu durumda

sonlu eleman yapının sabit birim - deformasyona sahip bir kısmını temsil etmektedir. Yanlış sonuç almayı önlemek için, yerdeğişim modeline bu durumu karşılık bir terim konulmalıdır.

d) Şekil değiştirmeden yerdeğişim

(Rigid-body movements) :

. • Herhangibir cisim, mukavemetine bağlı olarak deforme olmadan yerdeğiştirebilir. Model polinom seçiminde bu noktayı da gözönüne almak gerekir.

3 .— Sonlu eleman Rijitlik (Stiffness) matrisinin bulunması :

Her sonlu elemanın dengede (Equilibrium) olabilmesi için eleman düğüm noktalarında denge eşitliklerinin (Equilibrium equations) sağlanması gerekir. Sonlu eleman rijitlik matrisi bu eşitliklerin sabitelerinden (coefficients) oluşur. Örneğin bir eleman için genel denge eşitliği şöyle yazılabilir.

$$[k] \{q\} = \{Q\}$$

$[k]$ = eleman rijitlik matrisi,

$\{q\}$ = düğüm noktaları yerdeğişim vektörü,

$\{Q\}$ = düğüm noktaları kuvvet vektörü,

4 — Sonlu elemanlar denge eşitliklerinin birleştirilmesi :

Sonlu eleman denge eşitlikleri teker teker kurulup, bunlar uygun şekilde birleştirilerek, yapının tümü için geçerli denge durumu sağlanır. Bu ortaya aynı zamanda geçerli- denklemler (Simultaneous algebraic equations) çıkarılır. Geometrik sınır koşulları için gerekli değişiklikler yapılır.

5 — Denklemlerin çözümü :

Bilgisayarlarda bilinen matris cebiri yöntemleriyle denklemler çözülür ve yapının düğüm noktalarının yerdeğişimleri bulunur.

6 — Elemen birim - deformasyon ve gerilmelerinin bulunması :

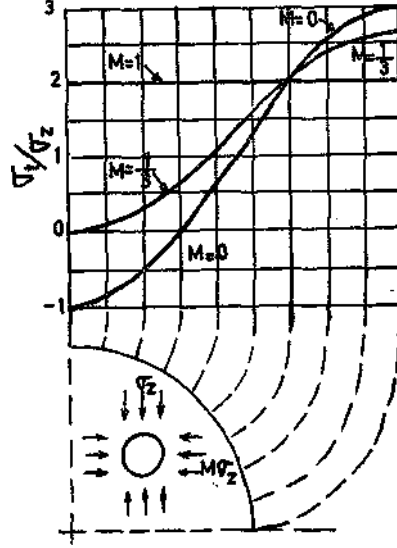
Elastik teori prensiplerinden yararlanarak, bulunmuş olan yerdeğişimlerden eleman birim - deformasyonları ve birim - deformasyonlardan da gerilmeler bulunur.

ÖRNEK PROBLEMLER :

Bu bölümde, sonlu elemanlar metodunu açıklığa kavuşturmak amacıyla basit iki örnek problem verilmiştir. Yöntemin sağladığı olanaklar, avantaj ve dezavantajları ayrıntılı olarak daha sonra incelenecektir.

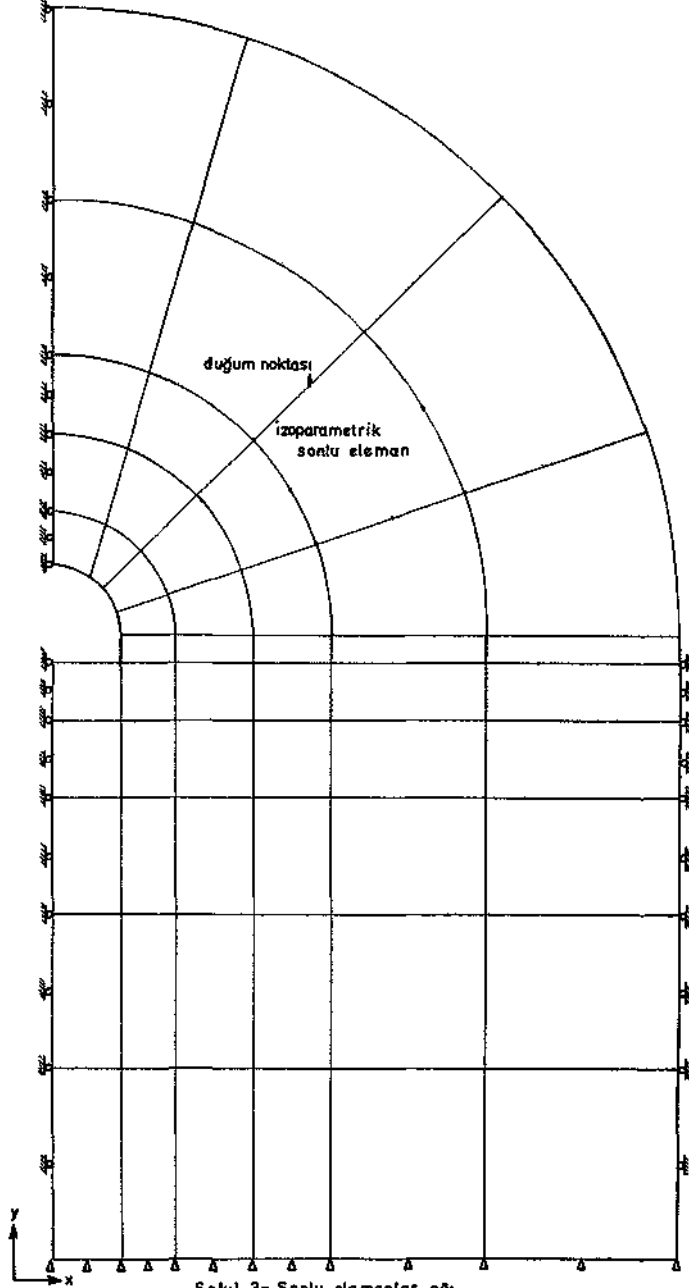
ELASTİK KAYAÇLARDA TÜNEL DİZAYNI :

Burada incelenen tünel diğer yeraltı yapılarından etkilenmeyecek uzaklıktadır. Dizayn açısından problem, tüneli çevreleyen kayalarda oluşan gerilmeleri ve bunların dağılımını bulmaktır. Tünelin sağlam olması, çevre kayalardaki gerilmenin, aynı kayaların mukavemetinden az olmasını gerektirir. Çevre kayalarda gerilme dağılımı, arazi gerilmelerine, tünel kesitine ve kayaların mekanik özelliklerine bağlıdır. Şekil-2 dairesel kesitli bir tünel için analitik çözüm sonucunu göstermektedir.^{3,4} Şekil - 3 B - 5 kesitli bir galeri çevresinde gerilme dağılımının sonlu elemanlar metoduyla bulunmasında kullanılan ağı göstermektedir. Bu analizde kayacın elastik modülü $E=8 \times 10^6$ tons/m², Poisson oranı 0.2 ve yoğunluğu 2.64 tons/m³ alınmıştır. Analizde kullanılan ağ 55 sonlu eleman ve 198 düğüm noktasından oluşmuştur.

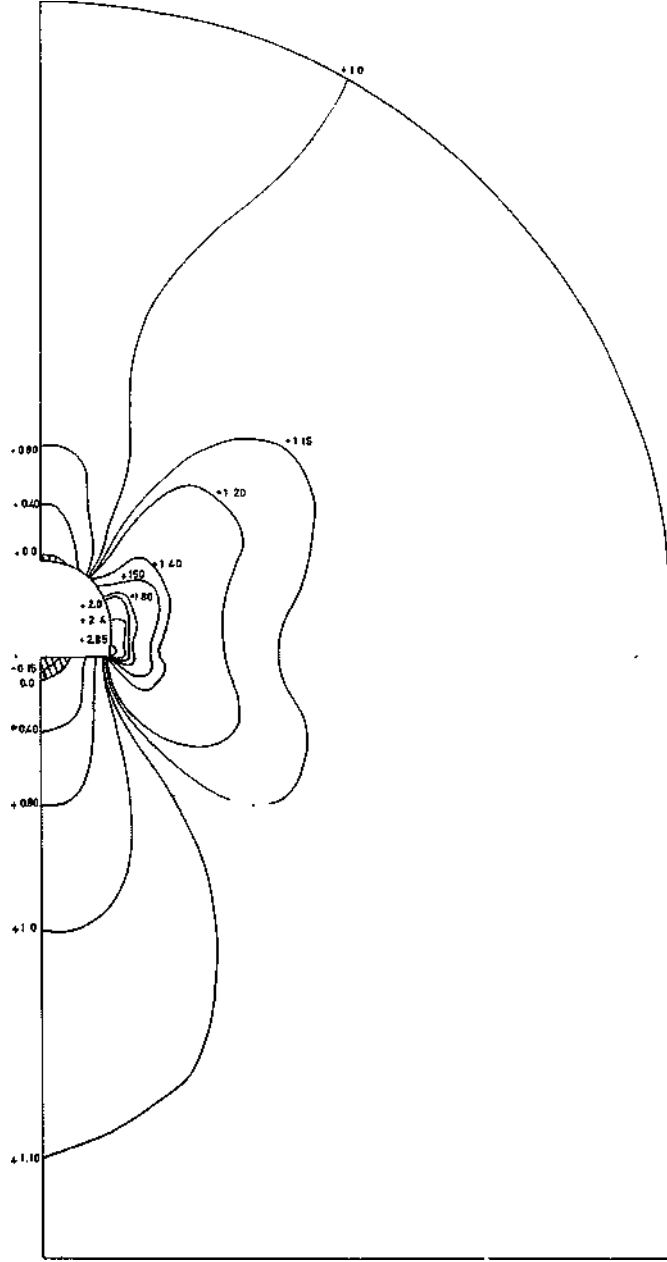


Şekil - 2

Eleman tipi 8 düğüm noktalı izoparametrik dörtgendir. Şekil - 4 ve Şekil - 5 sırasıyla eşit düşey gerilme ve eşit yatay gerilme konsantrasyonu eğrilerini göstermektedir.

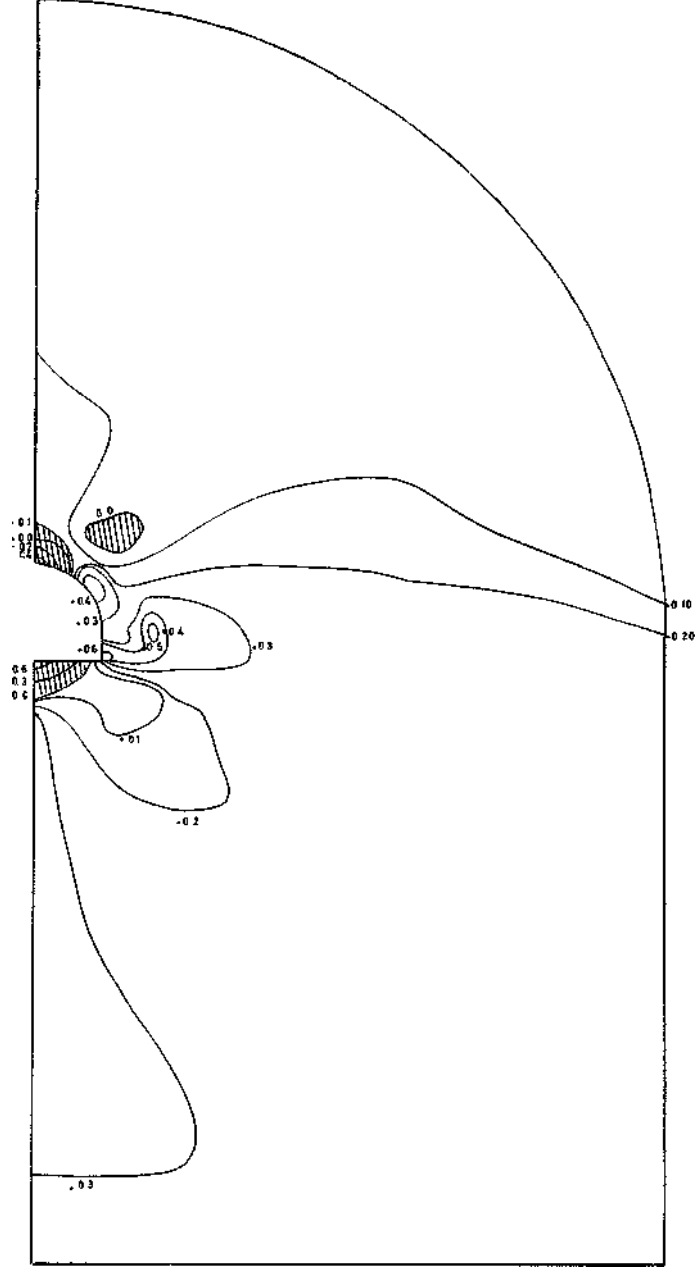


Şekil — 3



Şekil A--Eşit düşey ısıtım konsantrasyon eğrileri! ($O^{\circ}/V.H$)

Şekil — 4



Şekil 5-Eşit yatay gerilim konsantrasyonu eğrileri (CTy/VHI)

ŞeMİ — 5

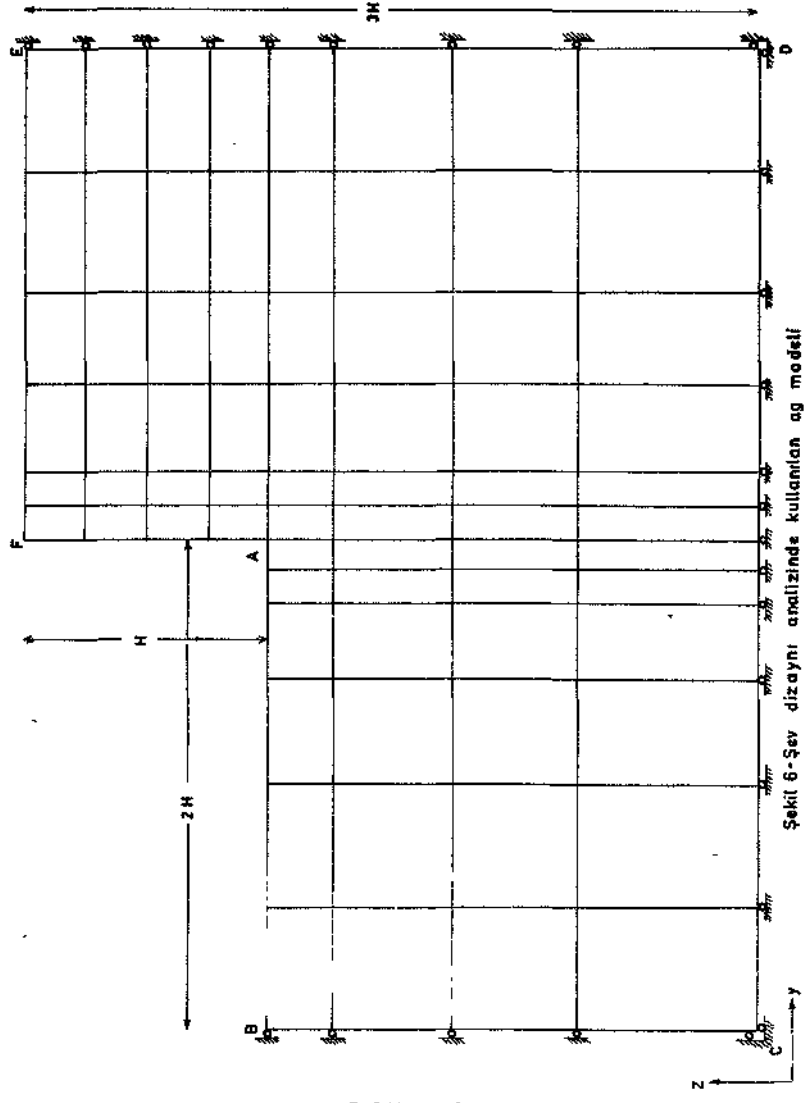
Galeri tek yönlü arazi (düşey) gerilmesi etkisi altında incelenmiştir. Galerinin duvarının tabana yakın kısımlarında düşey gerilme, normal arazi gerilmesinin 2.85 katına ulaştığı görülmüştür. Analitik çözümde galerinin yan duvarında düşey gerilme normal arazi gerilmesinin 3.0 katıdır. Burada gözden kaçırılmaması gereken iki nokta vardır. Birincisi iki galerinin geometrilerinin farklı olmasıdır. İkinci nokta analitik çözümün galerinin duvarında (teğet) gerilmeyi bulduğu, buna karşın kullanılan sonlu eleman bilgisayar programında sonuçların güvenilirliğini sağlamak için; gerilmelerin eleman içerisindeki (integrasyon) noktalarda bulunduğudır. Bu nedenle galerinin duvarında normal arazi gerilmesinin 2.85 katından daha fazla bir gerilme bulunduğu ve bunun analitik çözümle aynı olabileceği söylenebilir.

Analitik çözümde galerinin tavanında gerilme değeri, normal arazi gerilmesine eşdeğer yatay yönlü çekme gerilmesi olarak oluşmaktadır. Galerinin tabanında da aynı değerde bir yatay çekme gerilmesi oluşmaktadır. Sonlu elemanlar çözümü ile tavanında, normal arazi gerilme değerinin onda dördü (0.4) oranında bir yatay çekme gerilmesi oluştuğu, tabanında ise yatay çekme gerilmesinin normal arazi gerilmesinin onda altısı (0.6) oranına ulaştığı görülmektedir. Yukarıda düşey gerilmelerin belirtilmesinde belirtilen olgular burada da geçerlidir. Şurası unutulmamalıdır ki sonlu elemanlar yöntemi gerçek değil, yaklaşık sonuçlar vermekte ve yaklaşıklık derecesi pek çok faktörlere bağlı bulunmaktadır. Bu konuya ileride geniş olarak değinilecektir.

ELASTİK KAYACILARDA ŞEV BİZAYNI

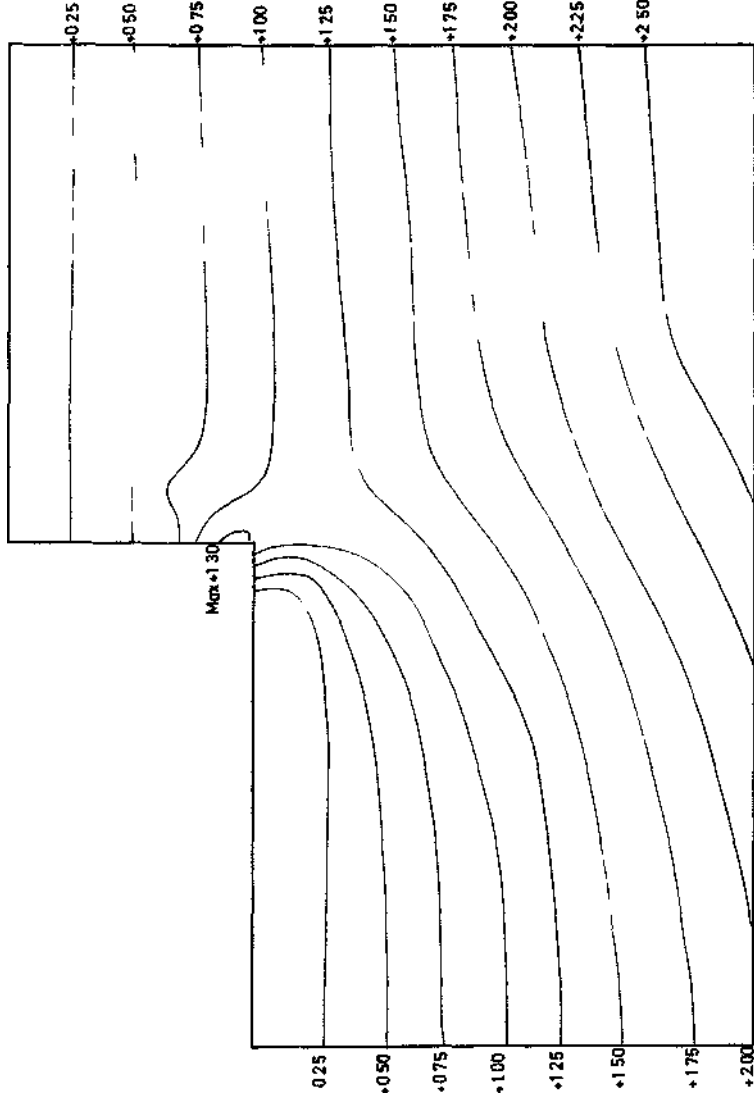
Bu problemde kayaç elastik malzeme kabul edilmiştir. Şekil - 6 analizde kullanılan sonlu elemanlar ağını göstermektedir. Homojen, izotropik ve doğrusal elastik kayaçta açılan şev açısı 90 derecedir. Şev yüksekliği, H, sınırların şev uzaklığı şevin her iki yanında 2H'dir. Şevin toplam yüksekliği 3H'dir. Bu problemde şev düşey yönde kendi ağırlığı (yerçekim kuvveti) ile yüklenmiştir. Şekil-6 da gözüken DE sınırı boyunca yerçekim kuvvetine Poisson oranı ile

orantılı olarak bir tektonik kuvvet uygulanmıştır. Kayacın mekanik özellikleri, elastik modül 4×10^6 tons /m², Poisson oranı 0.33 ve yoğunluğu 2.4 tons/m³ olarak alınmıştır. Analizde 4 düğüm noktalı dikdörtgen elemanlar kullanılmıştır. Sonlu eleman ağında toplam 72 sonlu eleman ve 93 düğüm noktası vardır. Şekil - 7 eşit düşey gerilme konsantrasyon eğrilerini göstermektedir. Şekilde görüldüğü gibi şev aynasının tabana yakın kısımlarında, normal arazi gerilmesinin 1.3 katına erişen bir basma gerilmesi oluşmuştur. Şev tabanından H derinlikte olan kayalarda konsantrasyon İdir. Yani o noktada, ki gerilme normal arazi gerilmesine eşittir. Normal arazi gerilmesinin kayacın yoğunluğu ile derinliğin çarpımı, $T \sim dH$, olduğu hatırlandığında bu sonuç normaldir ve beklenen sonuçtur. Şekil-8 aynı şevde eşit yatay gerilme konsantrasyonu eğrilerini göstermektedir. Beklenildiği gibi yine en büyük gerilme konsantrasyonu şev aynası ile tabanının kesim noktalarına yakın olmaktadır. Değer olarak normal arazi gerilmesinin onda altısına (0.6) eşittir ve basma gerilimidir. Şev aynasında ve üste yakın kısımlarda görülen taranmış bölge, çekme gerilimi altındadır. Sıfır eğrileri ise gerilim altında olmayan noktalardan geçmektedir. Bu analizde görülen en büyük çekme gerilmesi şev aynasının üst kesimlerinde görülmekte ve normal arazi gerilmesinin yüzde biri (0.01) değerindedir. Kayaların çekme mukavemetlerinin genellikle çok düşük olduğu hatırlanırsa, bu bölgenin şev kaymasına yol açmayacağına daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerekir. Bunun için kayanın çekme mukavemetinin, bunun yeraltı suyunun etkisi ile azalıp azalmadığının, çekme bölgesindeki gerilme değerinin, bu bölgedeki çatlak sistemlerinin ve şevin dengesine etkisinin araştırılması gerekir. Şekil-9 aynı şevdeki eşit makaslama gerilmesi konsantrasyon eğrilerini göstermektedir. Şev tabanında normal arazi gerilmesi yansına (0.5) eşit değerde bir makaslama gerilmesi oluşmuştur.



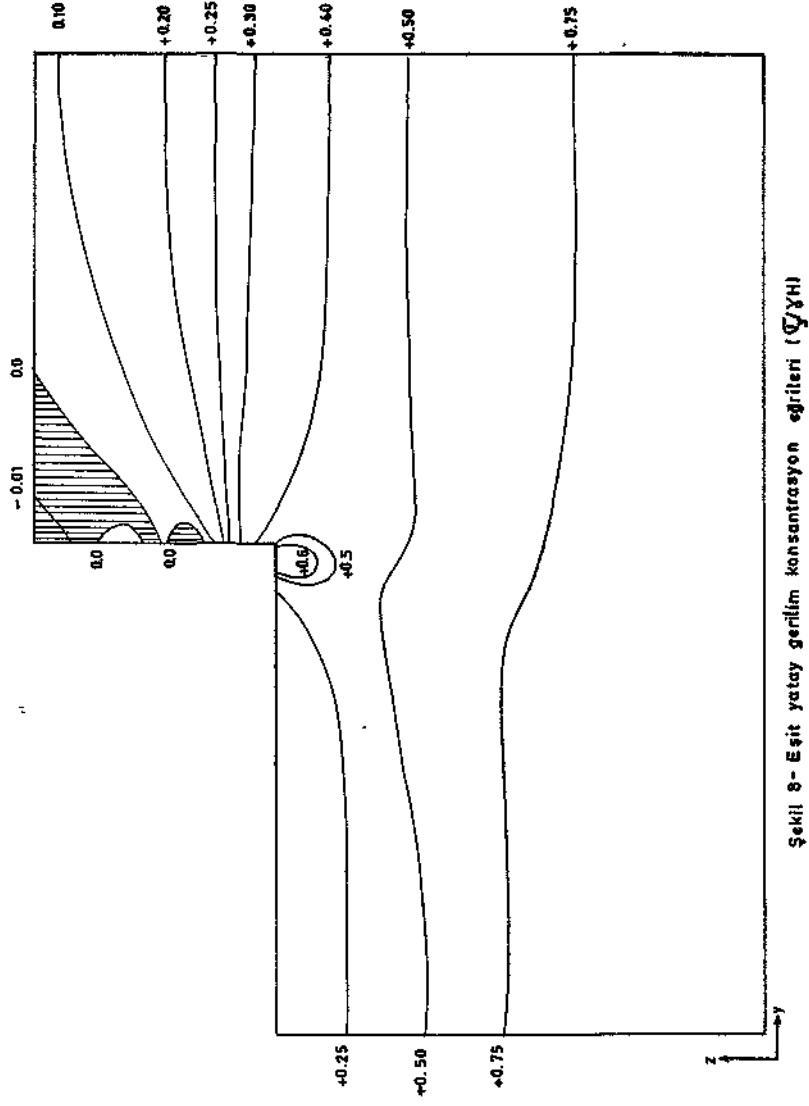
Şekil 6-Şev dizaynı analizinde kullanılan ağ model

Şekil — 6



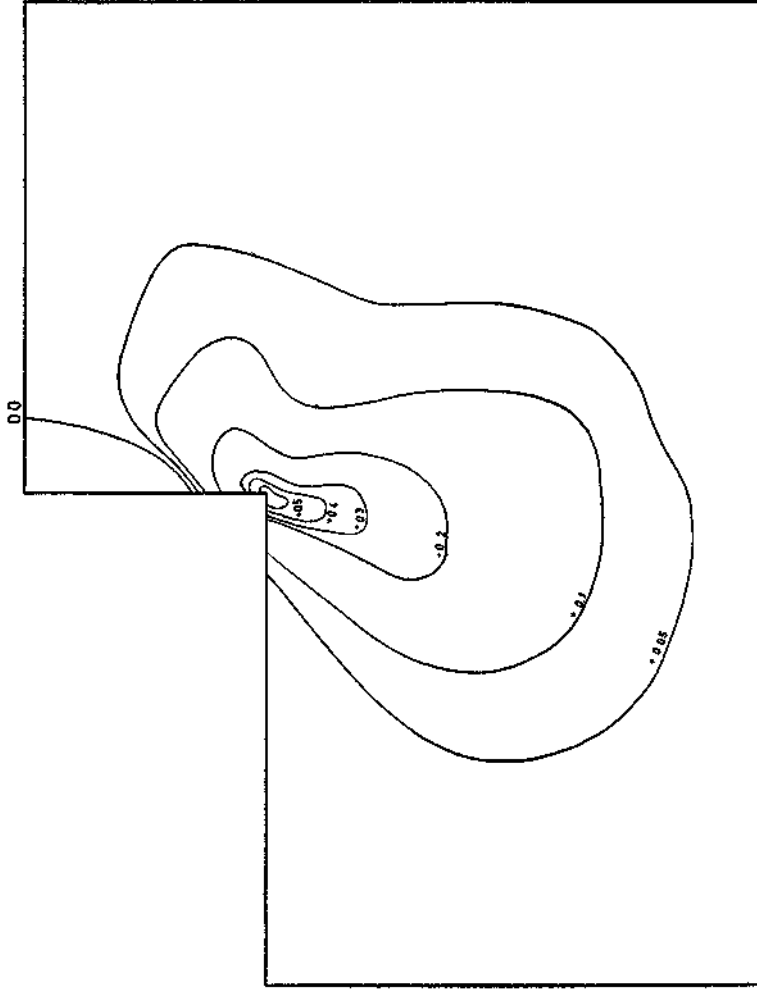
Şekil 7- Eşit düzey gerilim konsantrasyon eğrileri ($\sigma_2 / \gamma H$)

Şekil — İ



Şekil 8- Eşit yatay gerilim konsantrasyon eğrileri (σ_{yy})

ŞeM! -- §



Şekil - 9

Şekil 9- Eşit makaslama gerilimi konsantrasyonu eğrileri (C_{yz} / X_H)

SONLU ELEMANLAR METODUNUN SAĞLADIĞI OLANAKLAR, SINIRLAMALARI VE GELECEĞİ :

Sonlu elemanlar analiz yöntemi elastik teori prensiplerinden doğmuştur. Bu nedenle önceleri sadece homojen, izotropik ve doğrusal elastik malzemelerin analizi yapılabilmıştır. Yöntemde yapılan son değişiklikler, süreksiz ve doğrusal olmayan malzemelerin analizi olanağını sağlamıştır.

Doğrusal olmayan, problemler :

Bu problemlerin birinci grubu, malzemenin doğrusal olmayan davranış göstermesi durumunu kapsar. Doğrusal olmayan elastik veya elastik - plastik malzemeleri ve genel visko - elastik problemleri, örneğin yükleme hızının (-zaman) ve malzemenin ön - deformasyonlarının etkisini incelemek olanağı vardır.^{1,2,8}

İkinci grup doğrusal olmama durumu geometrik doğrusal olmamadır. Bilindiği gibi elastik teori küçük deormasyonları ve yerdeğişimleri kabul eder. Son gelişmelerle birim-deformasyonların büyük olduğu problemlerde çözülebilmektedir.^{1,2,8}

Doğrusal olmayan problemler başlıca üç yöntemle çözülür.'

a) Adım-Adım yöntemi (Incremental procedure)

Bu yöntemin esasını doğrusal olmayan problemleri, her biri doğrusal olan birtakım problemler demeti halinde çözmek oluşturur.

b) Öteleme yöntemi (Iterative procedure)

Bu yöntem problemin bir tüm olarak çözülüp, denge sağlanıncaya dek çözümün düzeltilmesini öngörür.

c) Karışık yöntem (Step-iterative procedure)

"a" ve "b" yöntemlerinin birlikte uygulanması demektir.

Süreksiz mateme

Çatlaklar ve kırıklarla parçalanmış bir kayaç süreksiz malzemedir. Bu gibi malzemenin bulunduğu problemler de

bugün çözülebilmektedir. Sonlu elemanlar yöntemi gerçek problemi basit bir şekilde indirgeyerek, probleme gerçeğe yaklaşıklık çözümler getirir.

a) Hayali çatlak yöntemi (Ubiquitous joint analysis)

Hoek⁵ çatlakları sadece yön ve yatımlarıyla temsil etmeyi önermektedir. Bu yaklaşımda problem çatlaksız malzeme varmışçasına çözülür. Bilgisayar programına eklenen bir alt-program çatlağın bulunduğu yön ve açıdaki gerilmelerle, çatlağın daha önce ölçülmüş ve bilinen makaslama mukavemetini karşılaştırır. Böylece herhangi bir göçük veya kaymaya neden olabilecek çatlaklı bölgelerin analizi yapılır ve yapının emniyetlilik durumu irdelenmiş olur.

b) Çekme mukavemeti olmayan malzeme yöntemi (No-tension)

Genellikle kayaçların çekme mukavemetleri çok düşüktür. Bu nedenle kayaçta oluşabilecek çekme gerilmeleri önem kazanır. Problem doğrusal elastik olarak çözülür ve bir bilgisayar altprogramı kayaçta oluşan gerilmeleri kontrol eder. Herhangibir göçük veya kaymaya neden olabilecek çekme gerilmesi bölgeleri belirlenir. Çekme gerilmeleri «gerilme taşınması»⁶ denilen bir yöntemle yok edilerek yapının dengeli ve emniyetli olma durumu araştırılır.

c) Çatlak, Kırık elemanları yöntemi

Bu yaklaşımda kayacın kırık ve çatlakları, kayacın sürekli kısımları için kullanılan farklı bir elemanla temsil edilirler. Çatlak ve kırık elemanları Goodman⁷ tarafından bulunmuş ve formülasyonları tanımlanmıştır. Doğrusal olmayan problemler alanına giren bu yöntemin kullanılması özel önlemler gerektirir.⁵⁻⁸ Bir diğer nokta hızlı ve geniş bellekli bilgisayara gerek olmasıdır.^{3,9}

Üç-boyutlu analizler

Bu tebliğde verilen örnekler iki-boyutlu analizleri kapsamaktadır. Günümüzde ancak basit üç-boyutlu problemleri çözmek olanağı vardır. Bu, üç-boyutlu analizlerin geniş bilgisayar belleği gerektirmesindedir. Üç-boyutlu analizlerde daha fazla sayıda sonlu eleman ve düğüm noktası olması bu

gereksinimi doğurmaktadır. Yüksek hız ve geniş bellekli bilgisayarların pahalılığı gözönüne alınır, problemin iki-boyutlu çözümü olanağının varolduğu durumlarda, üç-boyutlu analizlere gidilmemesi ekonomik bir çözüm olur.

Çözümün güvenilirliği ve alınması gereken önlemler

Gerçeğe en yaklaşık çözümleri, en ucuza (en az bilgisayar zamanı kullanarak) verecek yaklaşım modelleri seçilmesi bazı koşulların varolmasına bağlıdır.

a) Sonlu eleman tipi

Birçok tebliğ ve bazı kitaplarda^{1*2}- "belirtildiği gibi, eleman tipi çok önemlidir. Doğrusal birim-deformasyon olanağı olan elemanların jeoteknik ve madencilik problemleri için yeterli olduğu görülmüştür.¹ Buna karşın, galeri örneğinde gördüğümüz yüksek dereceli izoparametrik elemanlar iyi netice vermekle beraber, fazla bilgisayar zamanı gerektirdiklerinden daha pahalıya malolmaktadırlar.

b) Sonlu eleman ağı ve eleman büyüklüğü

Kulhaw⁹ ye göre homojen kayaçlarda, basit ve bir simetri eksenine olan problemlerde 125 ile 150 doğrusal birim-deformasyon olanaklı eleman gerekmektedir. Galeri örneğini verdiğimiz çalışmamızda 55 eleman kullanılmıştır. Bu, yüksek dereceli ve hassas elemanlar kullanmakla mümkün olmuştur. Model ağın eleman sayısı kadar önemi olan bir diğer nokta, elemanın büyüklüğüdür. Yüksek gerilme beklenen bölgelerde eleman boyutunu küçültmek gerekir. Bu yapılmadığı takdirde, sayısal yanlış yapma olasılığı artar ve çözüm güvenilirliğini yitirir.

c) Problem sınırlarının seçimi

Analitik çözümlerde yapının sonsuz bir ortak içinde varsayıldığı hatırlanırsa, problem sınırlarının seçiminin önemi artar. Sınırların yapıya çok yakın olması çözüm sonucunu etkiler, buna karşın yapıdan uzak olması, inceleme alanını büyüttüğünden fazla bilgisayar zamanı kullanımına yolaçar. Kulhaw⁹ galeri genişliğinin 3 katı uzaklığı yeterli görürken "Dahi" sınırların yapıdan, yapı genişliğinin 4.5 katı uzak olmasını önermektedir. DahFin önerisinin daha hassas sonuç vermesi olağandır.

d) Arazi gerilmeleri ve yerçekim kuvveti

Homojen kayaçlar için yapılan pek çok sonlu eleman analizinde, yerçekiminin yarattığı gerilmeler değişmez kabul edilmiştir. Kulhawy¹⁰ 150 m.den fazla derinlikler için bunun kullanılabileceğini, ancak daha az derinliklerdeki yapıların analizinde, normal arazi gerilmesinin yanısıra, yerçekim kuvvetinin de analizlere katılması gerektiğini göstermiştir.

e) Yapı kesitinin etkisi

Yapı kesitinin, yerçekim kuvvetinin etkisiyle yapının emniyetine olan etkisini değiştirdiği gözlenmiştir. Yeni bir tebliğ de¹⁰ yeraltı enerji santrali gibi yapılarda, yerçekiminin kayaçlardaki gerilmelere olan etkisi anlatılmıştır.

f) Kazı tekniğinin etkisi

Bazı yapılar kullanma amacına bağlı olarak geniştirilir. Geniş yapılar, özellikle yeraltımdakiler, bir defa da kazılmazlar. Bu nedenle önce bir pilot tünel açılır ve daha sonra adım adım kazılarla yapı son şeklini alır. Bu gibi yapı tekniği uygulandığında, yapıyı çevreleyen kayaçlardaki deformasyonlar ve gerilmeler farklı olacağından, bu adım adım kazı yöntemi sonlu elemanlar analizine konulmalıdır. Bu yaklaşım yöntemi Kulhawy⁹ tarafından tanımlanmıştır.

Sonlu Elemanlar **Metodunun** uygulanabilirliği

Sonlu elemanlar metodunun uygulanabilirliğini ve geçerliliğini tartışmak gerekirse, görüşümüz olumludur. Bütün sınırlamalarına rağmen, hızlı ve ucuz bir analiz yöntemidir. Madencilikte dizayn malzemesi diğer mühendislerin malzemeleri (örneğin çelik, beton) gibi homojen olmadığından, kayaçları modellemek kolay değildir. Bu açıdan sonucun geçerliliğini tartışılabilir.

Tüm bu dezavantajlarına rağmen, yöntem bize yapı çevresindeki kayaçların yerdeğişim ve gerilme durumları hakkında fikir vermesi ve aydınlatması bakımından, tahkimat sisteminin seçiminde önemli yarar sağlar. Hoek ve Londe⁷ sonlu elemanlar analiz yöntemi dönemini, «Sonlu Eleman Çağı» olarak nitelemişlerdir. Bunun nedeni zamanımıza dek

hiçbir analitik yöntemin kaya mekaniğine getiremediği katkıları, sonlu elemanlar analiz yönteminin getirmesidir. Metodun madencilikte kesin dizayn için kullanılması, bazı geliştirmelere bağlıdır ve bu açıdan metodun geleceğine ümitle bakılmalıdır.

REFERANSIAE :

- 1 — Desai, CS.; Abel, J.F. : «Introduction to the Finite Element Method», Van Nostrand Reinhold Com., New York, 1972
- 2 — Martin, H.C.; Carey, G.F. : «Introduction to the Finite Element Analysis», McGraw-Hill Book Com., New York, 1973
- 3 — Cummins, A.B. (Chief Editor) : «SME Mining Engineering Handbook» Vol.1, Society of Mining Engineers of AIME, New York, 1973
- 4 — Woodruff, S.D. : «Methods of Working Coal and Metal Mines» Vol.1, Pergamo'n Press, London, 1966
- 5 — Hoek, E. : «Large Underground Excavations», Restricted Report, Imperial College, 1974
- 6 — Zienkiewicz, O.C.; Valliappan, S.; King, LP. : «Stress Analysis of Rock as a 'No-Tension Material' », Geotechnique 18, 1968
- 7 — Goodman, R.E. and Dubois, J. : «Duplication of Dilatancy in Analysis of Jointed Rocks» Journal of Soil Mech. and Foundations Div. ASCE», 1972
- 8 — Zienkiewicz, O.C. : «The Finite Element Method in Engineering Science», McGraw-Hill, 1971
- 9 — Kulhawy, F.H. : «Finite Element Modelling Criteria for Underground openings in Rock», Int. J. Rock Mech. and Min. Sei and Geomech. Abstracts, Vol.11, 1972
- 10 — Kulhawy, F.H. :
 - a) «Stresses and Displacements Around Openings in Homogeneous Rock»
 - b) «Stresses and Displacements Around Openings in Rock Containing an Elastic Discontinuity»
 - c) «Stresses and Displacements Around Openings in Rock Containing an Inelastic Discontinuity»Int. J. Rock Mech. Min. Sei. and Geomech. Abstracts. Vol.12,1975
- 11 — Dahi, H.D. : «A Finite Element Model for Anisotropic Yielding in Gravity Loaded Rock», Ph. D. Thesis, 1969, Pennsylvania State Univ.
- 12 — Hoek, E. and Londe, P. : «The Design of Rock Slopes and Foundations», General Report, 3th Congress for Int. Soc. of Rock Mech., 1974

TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsî salonu/ankara

ÇÖKMENİN
YAPILARA
ETKİSİ

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ÇÖKMENİN YAPILARA ETKİSİ

A Günhan PAŞAMEHMETOĞLU *

Özet :

Uzun ayak düzeni ile çalışan kömür ocaklarının işletilmesi sırasında yerüstündeki binalarda meydana gelecek hasarın derecesi, çökme sonucu arazide oluşan eğim değişmelerinin ve birim deformasyonların değerlerine yapıların uzun ayağa göre konumlarına, boyutlarına, yapım biçimlerine ve malzemesine bağlıdır.

Yapılarda oluşacak hasarı azaltmak veya önlemek için yeraltında ve yerüstünde uygulanabilecek birçok yöntem vardır. Bu bildiride yeraltında işletilen bir kömür damarının tümü ile alınması sonucu yerüstünde oluşan çökme eğim değişmeleri ve birim deformasyonların belirli bir bina topluluğuna olan etkilerini azaltmak için, bu bina topluluğunda ve çevresinde alınan hasar azaltıcı önlemler açıklanarak elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Abstract :

Mining subsidence damage to structures depends on the magnitude of ground tilt and strain caused by subsidence, the orientation of the structure relative to the underground working, the size and shape of the structure, the methods of construction and quality of materials used.

There are many underground and surface methods to prevent or decrease the subsidence damage. In this paper,

(*) Dr., Öğretim Üyesi, ODTÜ.

the preventive works carried out in and around buildings that are completely undermined are described and conclusions are drawn.

1. Giriş:

Uzun ayak düzeni ile çalışan kömür ocaklarında yerüstünde görülen çökmeler zeminde eğim değişimleri ile basma ve çekme birimdeformasyonlarını oluşturur. Bu eğim değişimleri ile basma ve çekme birimdeformasyonları ocağın etki sahası içinde kalan binalarda, gaz ve su kanallarında, köprülerde ve diğer yapılarda hasarlara yol açar. Üretimden dolayı meydana gelecek hasarlar, eğim değişimleri ile çekme ve basma birimdeformasyonlarının değerlerine, yapıların uzun ayağa göre konumlarına, yapıların uzunluğuna, yüksekliğine, yapı biçimine ve malzemesine bağlıdır. Eğim değişimleri ile çekme ve basma birimdeformasyon değerleri ise işlenen kömür damarının kalınlığına, ayağın yüzeyden derinliğine, uzunluğuna, pano boyuna, ayak gerisinin göçürülmesine veya doldurulmasına bağlıdır (¹).

Yerleşme bölgeleri altında kalan kömür damarlarının işletilmesinde çökmelerin yüzeyde bulunan binalara ve benzeri yapılara etkisini azaltıcı bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu önlemler üç ana grupta toplanabilir :

- a) Yeraltı işletme önlemleri, örneğin : kısmi üretim, uyumlu üretim, çok önemli yapıların altında topuk bırakılması, dolgu sisteminin uygulanması (¹⁻¹⁴).
- b) Kömür madeni havzasında yapılacak yapılarda hasarı azaltıcı yapı tekniklerinin uygulanması (¹²), örneğin: binaların küçük üniteler halinde yapılması ve esnek kısımlarla birleştirilmesi, zeminle bina temeli arasında sürtünmenin azaltılması, su ve kanalizasyon borularının esnek bağlantılarla birleştirilmesi.
- c) Mevcut yapılarda ve etrafında üretimden önce hasarı azaltıcı tekniklerin uygulanması (¹⁻²), örneğin : yapıların etrafında hendeklerin açılması, su, kalorifer ve kanalizasyon borularının esnek bağlantılarla birleştirilmesi.

rilmesi, büyük boyutlu binaları olabildiğince uygun yerlerinden bölünmesi.

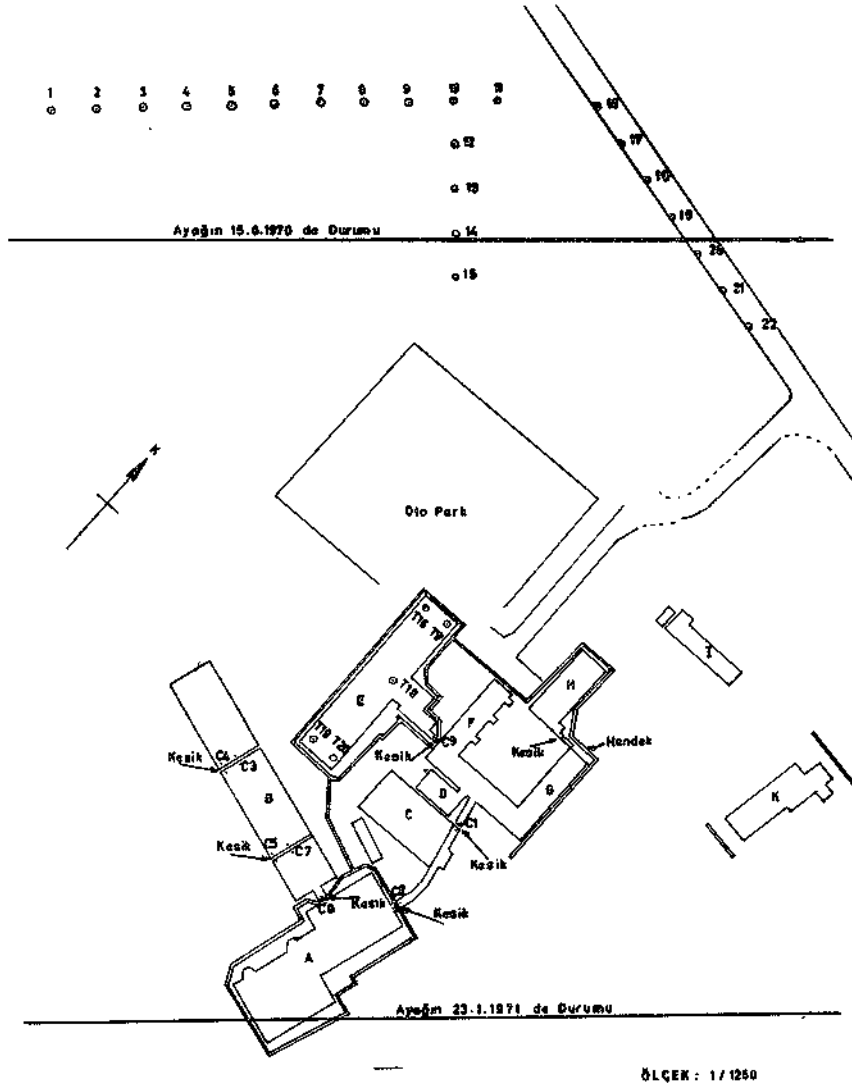
Bu bildiriye, göçertmeli uzun ayak düzeni ile çalışan bir kömür damarındaki üretimden dolayı yüzeyde oluşacak çökmelerin ve deformasyonların yapılara etkisi ile yapılarda ve etrafında alman hasar azaltıcı önlemler incelenecektir.

2. Ön Bilgiler :

Şekil - 1 uzun ayağı (Blackshale damarı, PyeHill Kömür Madeni, İngiltere) ve binaların uzun ayağa göre konumlarını göstermektedir. Ayak uzunluğu önce 197 metre'dir. Sonra ilgili binaların altından geçerken 247 metreye çıkarılmıştır. Kömür damarının işletilen kalınlığı 1,67 m ve ortalama derinliği 260 m'dir. İki vardiyeye kömür üretilen ayak göçertmeli olarak çalışmakta ve ortalama 12 m'lik bir hızla ilerlemektedir.

Tabakaların 1:10 eğimle kuzeydoğu yönüne yatımlı olduğu bölgede 1,1 m ve 1,2 m kalınlığında, 163 ve 176 m derinlikte iki kömür damarı 19. yüzyıl sonlarında çalışılmıştır. 2,0 m kalınlığında ve yüzeye çok yakın olan bir damarda eski çalışmalardan ötürü boşluklar bulunma tehlikesi olabileceği tahmin edilmektedir.

Binaların bulunduğu ve ayağın kısa olduğu sahalarda adı geçen ayaktaki üretimden dolayı beklenen maksimum çökme, eğim, basma ve çekme birimdeformasyon değerleri (*) Çizelge - 1 de ayrı ayrı verilmiştir. Ancak yukarıda belirtilen 2,0 m kalınlığında olan ve yüzeye çok yakın bulunan kömür damarında, eski çalışmalardan ötürü boşluklar bulunması olasılığı ve bölgenin faylı olması nedeni ile, beklenen bu normal değerlerden daha farklı ve yüksek değerler elde etmek olasılığının ve tehlikesinin var olduğu düşünülmüştür (¹⁵). Bu nedenle denetim amacı ile, uzun ayağın kısa olduğu bölgede olmakla birlikte, önceden bir fikir edinebilmek ve önlem alabilmek için ölçme istasyonları kurularak çökme ve birimdeformasyonların ölçülmesine karar verilmiştir (Şekil - 1).



Şekil-1. Binaların Uzun Ayağa Göre Konumu

/e 1 — Beklenen Maksimum Çökme, Eğim, Basma ve Çekme Birimdeformasyon Değerleri

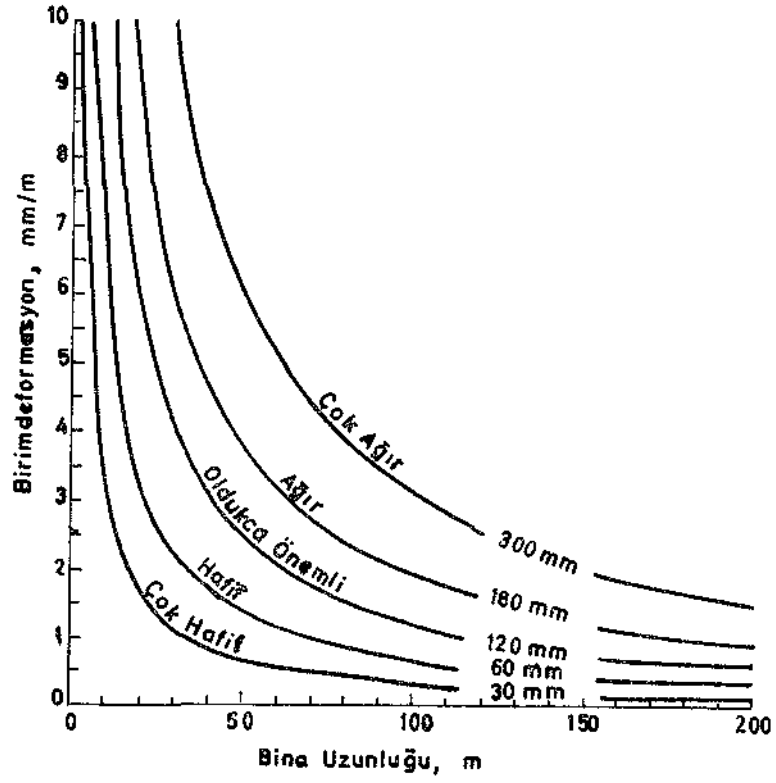
ayak uzunluğu	197 m	247 m
ayak uzunluğu/Ayak Derinliği	0,77	0,05
Çökme	1,20 m	1,42 m
Basma Birimdeformasyonu	3,5 mm/m	3,3 mm/m
Çekme Birimdeformasyonu	3,0 mm/m	3,5 mm/m
Eğim	13 mm/m	15 mm/m

3. Binalarda ve Etrafında Alınan Önlemler :

Şekil - 1 de görüldüğü gibi binalar birbirlerine koridorlarla bağlı yekpare bir özelliktedir. A binası 19. yüzyıl başlarında yapılmış olup tarihi ve mimari değerinden dolayı büyük önem taşımaktadır. İki katlı olan binanın bir kubbesi vardır ve tavanı değerli alçı kabarmaları ile donatılmıştır. İki katlı olan E binası yeni bir yapıdır, ve tuğladan yapılmıştır, B binası ise 75 metre uzunluğunda tek katlı prefabrike bir binadır ve beton temel üzerine oturtulmuştur.

Beklenen maksimum basma ve çekme birimdeformasyonları ve binaların boyutları göz önüne alındığında İngiltere'de kullandırı sınıflamaya (1) göre binalarda oluşacak hasar derecesi çok ağırdır (Şekil - 2). Bir yandan işyeri olarak kullanılan ve ağır hasara uğraması beklenen bu binalarda tehlikenin dolayı çalışan personelin geçici olarak başka bir yere taşınması gerekebileceğinden, öte yandan A binasının tarihi ve mimari değerinden ötürü parasal olarak hasar tespiti ve maliyet hesabı yapmak zordu (15).

Yapılan ön çalışmalar sonucu ekonomik olarak uygulanacak bir yeraltı önleme yönteminin olmadığı saptanmıştır (15). Bu nedenle, binalarda ve civarında hasarı azaltıcı önlemler alınmasına karar verilmiştir. Ancak, ayak uzunluğu artırılarak binaların arazide oluşacak kalıcı maksimum eğim bölgesinin dışında kalmasına ve böylece binalarda kalıcı eğimin azaltılması yoluna gidilmiştir.



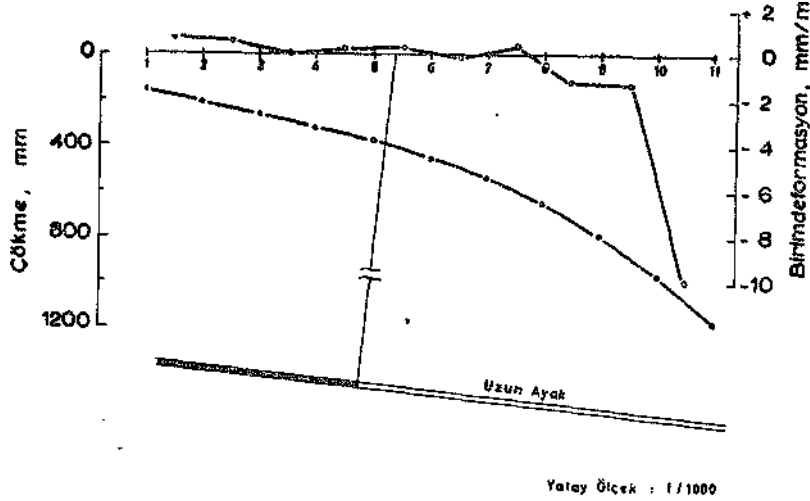
§«Ssi-2: N.C.B. Hasar Smtflandırması⁽¹⁾

Binalarda ve etrafında yapılan incelemelerden sonra, hasarı azaltmak için şu önlemler alınmıştır :

- Arazide oluşacak toplam çekme ve basma deformasyonlarının etkisini azaltmak için binalar uygun yerlerinden, özellikle koridorlarla birleştikleri yerlerden ayrılmıştır.
- Uzun prefabrike B binasının üçe bölünmüş ve bölüm yerleri, içerde çalışan personelin hava koşullarından etkilenmemesi için esnek malzeme ile iyice kapanarak izole edilmiştir.
- Birimdeformasyonların ve eğim değişimlerinin binalara ve temellere etkisinin binalar etrafında açılacak

hendeklerle azaltılabileceği düşünölmüş ve binalarda açılan kesikler hendeklerin alt düzeyine kadar derinleştirilerek hendeklerle birleştirilmiştir. Hendekler, ucuz deforme olabilir kalorifer kazanlarında arta kalan kül ile doldurulmuş üzerleri asfaltlanmıştır.

- d) Su, kalorifer ve kanalizasyon boruları duvarlardan ve tabandan geçtiği yerlerde esnek bağlantılarla donatılmış ve geçtikleri bu yerler genişletilerek boru ile duvar arasındaki temas kesilmiştir.
- e) (d) deki işlem elektrik kablolarına da uygulanmış ve çıkabilecek bir yangın tehlikesi için alarm tertibatı geliştirilmiştir.
- f) Gerekli yerler ve özellikle A binasının alçı tavanı, alçı parçalarının çalışan personelin üzerine düşmesini önlemek için özel telli çerçevelerle kaplanmıştır.
- g) Camlar, basma birimdeformasyonlarının etkisi ile aniden kırılarak etrafa fırlaması için cello-tape ile çapraz bir biçimde bantlanmıştır.



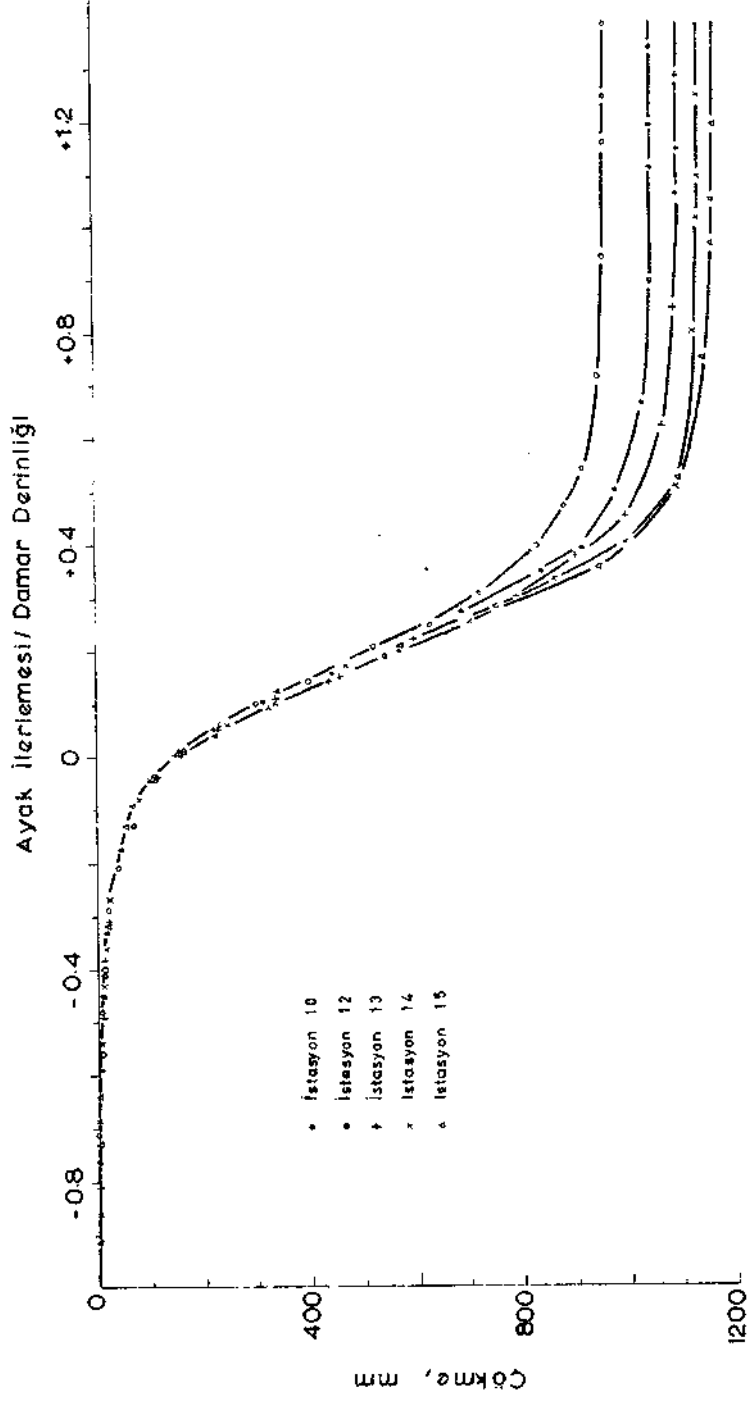
Sekil- 3 . Kalıcı ÇÖKms ve Birimdeformasyon

4. Ölçmeler ve Tartışma :

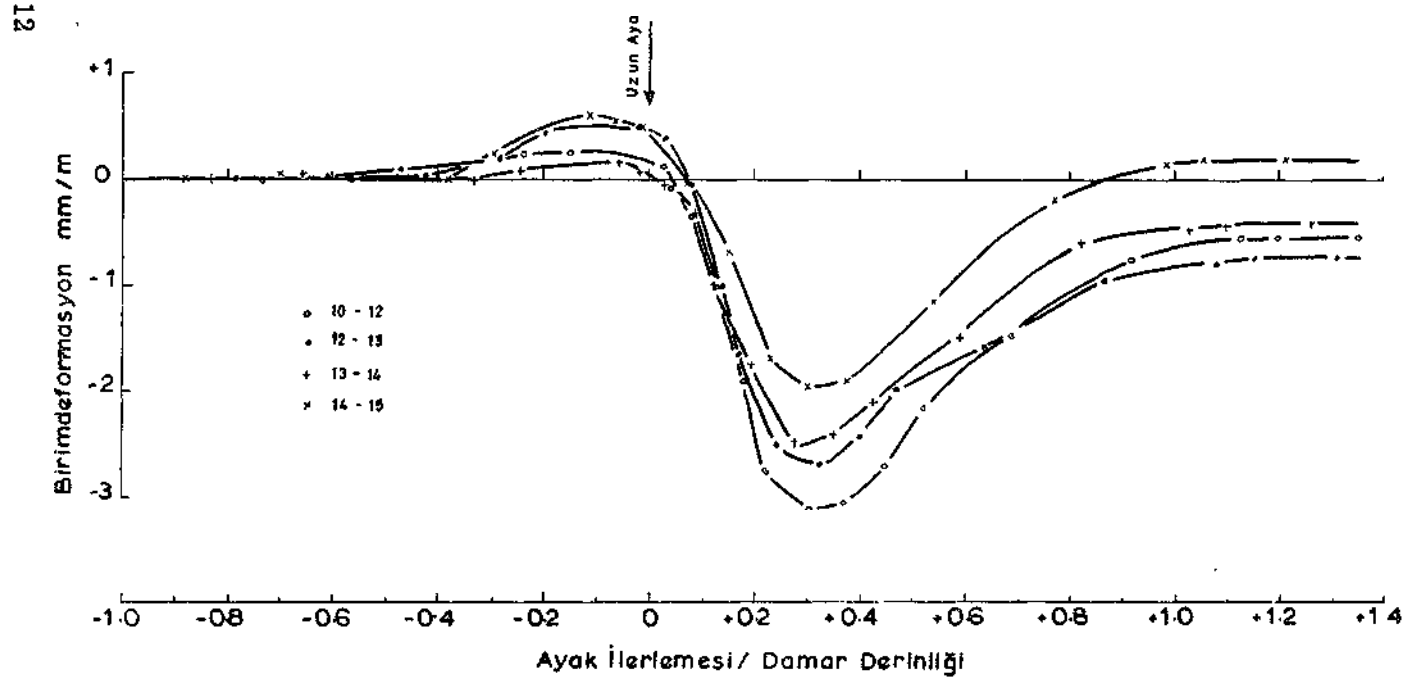
Şekil - 3 arazide ölçülen kalıcı çökme ve birimdeformasyonları, Şekil - 4 ve 5 sırası ile çökme ve birimdeformasyonların ayağın ilerlemesine bağlı olarak gelişimini göstermektedir. Çökmeler duyarlı jeodetik nivo, birimdeformasyonlar ise özel bir teknikle gerdirilmiş olan çelik metre ile ölçülmüştür. Yer darlığı nedeniyle, kurulan istasyonların özellikleri ve ölçme teknikleri ve duyarlılıkları burada tartışılmayacaktır. Bu konu hakkında ayrıntılı bilgi ilgili literatürde gösterilmiştir (¹⁶⁻¹⁹).

Şekil - 4 ve 5 den de anlaşılacağı üzere, gelişen çökme ve basma birimdeformasyon değerleri beklenen değerlere yakın olmuştur. Ancak, çekme birimdeformasyon değerleri (+ ile gösterilir) beklenenden çok daha düşüktür. Şekil - 3 de de kalıcı çekme birimdeformasyonların az olduğu görülmektedir. 10-11 no.lu istasyonlar arasında oluşan 10 mm/m ye yakın basma birimdeformasyonu çok büyüktür. Bunun nedeni bu istasyonlar arasında yerel bir arıza veya boşluk bulunması olasılığıdır.

Arazide başka amaç için geliştirilen ve kurulan eğim ölçme istasyonlarının (²⁰) yanısıra, E binasının düz çatısına bu binanın çatısında oluşacak eğim değişimleri hakkında bir fikir edinebilmek amacı ile, beş tane eğim ölçme istasyonu yerleştirilmiştir (T16-T20), Şekil - 1. Çizelge - 2, bu istasyonlarda ölçülen kalıcı çökme ve eğim değerlerini göstermektedir. Kalıcı eğim beklendiği gibi ayağın ortasına doğru ve binanın küçük eksenine paralel yöndedir. Görüleceği gibi binada kalıcı ortalama eğim yaklaşık olarak, T18 istasyonunda elde edilen 12,10 mm/m lik değer dışında, 3-4 mm/m dir. Ölçülen 12,10 mm/m lik eğim nedeninin, binanın T18 civarında bir koridora bağlı olmasından veya yerel koşullardan ötürü olduğu sanılmaktadır. Nitekim yerde kurulan ve bu istasyona yakın olan diğer bir eğim ölçme istasyonunda da önemli derecede yüksek eğim değişiklikleri elde edilmiştir, (18,80 mm/m).



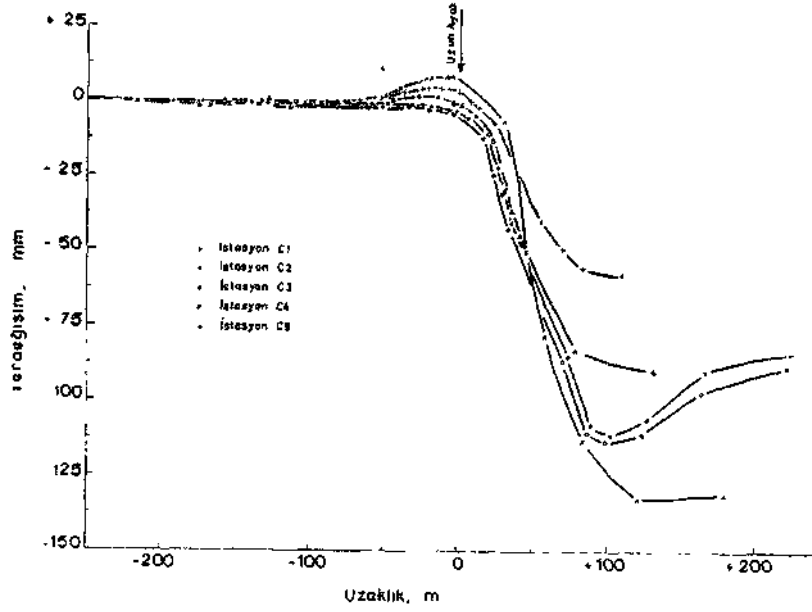
Şekil- 4 : Çökmenin Ayak İlerlemesine Göre Gelişimi



Şekil- 6 BiHmdeformasyonun Ayağın Hgrlemssine Göre Gelişimi

Çizelge 2 — E Binasının Çatısında Kalıcı Çökmeye ve Eğimi Değerleri

İstasyon	Çökme mm	Eğim/m
T16	— 1172	4,08
T17	— 1205	3,10
T18	— 1135	12,10
T19	— 1015	2,65
T20	— 1050	4,65



Şekil- 6 : Kesiklerde Yertieğışimln Ayağın ilerlemesine Göre Gelişimi

Bu değerler, istasyonlarda doğrudan ölçülen eğim değerleri ile karşılaştırıldığında sonuçların birbirine yakınlığı görülür. Çizelge - 3 den de görüleceği üzere maksimum kalıcı çökme farkı T18 ve T19 nolu istasyonlar arasında olup 120 mm dir. Çökme değerlerinden hesaplanan binanın uğradığı ortalama gelişen maksimum eğim de 10 mm/m dir.

Şekil - 6 da ise binaları bölmek ve birbirinden ayırmak için açılan kesiklerde oluşan yerdeğişimlerin ayağın ilerlemesine bağlı olarak gelişmesi görülmektedir. Çizelge - 4 de bu kesiklerde oluşan maksimum açılma ve kapanma değerleri verilmiştir. Kesiklerde açılma çok az olmuştur. Bunun nedeni arazide de çekme birimdeformasyonlarının az olması ve hendeklerin etkisi olabilir. Kapanma değeri ise 135 mm ye ulaşmıştır (C2). Bu nedenle bazı kesiklerin birkaç kez genişletilmesi zorunluluğu doğmuştur.

Çizelge 3 — E Binasının Çatısında Kalıcı Çökme Farkları ve Hesaplanan Eğim, Değerleri

istasyon	Uzunluk m	Çökme Farkı manı	Epmı mmı/nm
T16 - T17	7,9073	+ 33	+ 4,17
T18 - T16	23,5919	+ 37	+ 1,57
T18-T17	22,3796	+ 70	+ 3,12
T18 - T19	29,4671	— 120	— 4,07
T18 - T20	28,8754	— 85	— 2,94
T19 - T20	8,4707	+ 35	+ 4,12

B binasında açılan üç kesikte oluşan toplam kapanma 195 mm dir. Bu değer binaları bölen bu kesiklerin hareketleri söndürme ve binalardaki hasarı azaltma açısından ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Eğer kesikler olmasaydı toplam 195 mm lik yerdeğişim binada oluşacak ve hasar çok daha fazla olacaktı (Şekil - 2).

Çizelge 4 — Kesiklerde Açılma ve Kapanma

İstasyon	Açılma (mm)	Kapanma (mm)
C1	4,5	59,0
C2	8,2	134,7
C3	0	112,7
C4	0	115,4
C5	0,4	4,8
C7	0	8,1
C8	0,6	74,4
C9	2,0	91,5

Yeni bina (E binası), çökme ve eğim farkından dolayı makaslama düzlemi gibi beton temeli üzerinde az miktarda kaymış ve pencerelerinin bazılarını çerçeve ile desteklemek gerekmiştir. Dış duvarlarda çekme çatlakları oluşmuş ve birkaç cam kırılmıştır.

Diğer binalarda küçük çatlaklar ve sıva düşmelerinden başka bir hasar olmamıştır. Çatlaklar H ve A binalarında, genellikle, pencerelerin kenarından başlayarak gelişmiştir. A binasının alçı kabarmalı tavanındaki çatlaklar ise köşelerde oluşmuştur. Kubbeye hiçbir zarar gelmemiştir.

Sonuç olarak, binalarda beklenen "çok ağır" hasar derecesi, önlemler sonucu önemli derecede azaltılmıştır ("hafif" - "oldukça önemli" ye).

5. Sonuç ;

- 1) Uzun ayak düzeni ile çalışan kömür ocaklarının işletilmesi sırasında yerüstündeki binalarda oluşacak hasarın derecesi, eğim değişmelerinin ve birimdeformasyonların değerlerine, yapıların uzunluklarına, yüksekliklerine, yapıım biçimlerine, kullanılan malzemenin türüne ve uzun ayağa göre konumlarına bağlıdır.

Hasar derecesini azaltıcı önlemler alınırken bu etkelerin tümünün gözönüne alınması gerekmektedir.

- 2) Birbirlerine koridorlarla bağlı bir üniteden oluşan bina topluluklarında, duvarların kesilerek binaların birbirlerinden ayrılmasının özellikle basma birimdeformasyonun etkisini azaltıcı bir yöntem olduğu görülmektedir. Bu ayırma işleminin etkinliği, açılan "kesik" in koridorla binanın birleştiği yere olan yakınlığı ile orantılı olup, kesik binalara yaklaştıkça artar. Binalar etrafında hendekler açıldığında, duvar kesiklerinin hendeklerle birleştirilmesi gerekmektedir.
- 3) Yerüstü yapılarının altından geçen uzun ayaktaki üretimden dolayı oluşan çökme ve birimdeformasyonların etkisini azaltmak için kullanılan önlemlerden hendek açmak ve duvar kesmek yöntemleri büyük boyutlu binalarda oluşacak hasarların derecesini azaltmakta ve ekonomik yönden kazanç sağlamaktadır.
- 4) Büyük binalarda oluşacak hasarın tehlikesinden dolayı personelin başka yere taşınma gereksinimi bu önlemler sonucu ortadan kaldırılabilir.
- 5) Bildiride belirtilen uygulamada görüleceği üzere, büyük binalarda oluşabilecek çok ağır düzeydeki hasarı "hafif" - "oldukça önemli" ye indirme olanağı vardır.
- 6) Ülkemizde de yerleşme bölgelerinde bulunan havzalarda işletme düzeninden dolayı yerüstünde oluşacak çökme ve birimdeformasyonların ölçülmesi, havzanın özelliğinin saptanması, havzada kullanılan yapı biçimlerinin ve bu yapılarda oluşan hasarın istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılarak bir hasar kriterinin çıkarılması gereklidir. Havzanın elde edilecek çökme özelliği ve çıkarılacak hasar kriteri, hasar derecesinin önceden saptanması, yeraltı ve yerüstü önlemlerin ekonomik bir biçimde alınması olanağını sağlar. Bunun yamsıra, bu çalışmalar yeni yapılacak binalarda yapım tekniklerinin geliştirilmesine de ışık tutar.

Kaynaklar:

- 1—,——: N.C.B. Subsidence Engineers Handbook, Londra, 1966
- 2 — KING, HJ., ORCHARD, R.J. : Ground Movement in the Exploitation of Coal Seams, Colliery Guardian, Vol. 198, 1959, pp. 471-477, 503-508
- 3 — WARDELL(K. : Ground Subsidence and Control, Mining Congress Journal, 1969, pp. 36-42
- 4—,——: Principles of Subsidence Engineering, N. C. B. Information Bulletin No. 63/240, 1963
- 5 — THOMAS, L.J. : An Introduction to Mining, Hick Smith and Sons, 1973, 436 p.
- 6 — BUYURGAN, S. : Maden İşletmesinden Doğan Zemin Hareketleri, E.K.İ., Eğitim Müdürlüğü Yayını No: 23, 1967
- 7 — WOODRUFF, S.D. : Methods of Working Coal and Metal Mines, Vol. 2., Pergamön Press Inc., 1966
- 8 — MARR, J.E. : The Effects on Surface Property by a Modified Mining Method, The Chartered Surveyor, Vol. 97, 1965, pp. 369-376
- 9 — ORHARD, R.J. : Underground Stowing, Colliery Guardian, 1961, pp. 258-263
- 10 — ORCHARD, R.5. : Partial Extraction and Subsidence, The Mining Engineer, 1963-64, pp. 417-430
- 11 — ORCHARD, R.J. : Surface subsidence Resulting From Alternative Treatments of Colliery Goaf, Colliery Engineering, Vol. 41, 1964, pp. 428-435
- 12 — ORCHARD, R.J. : Longwall Partial Extraction Systems, The Mining Engineer, 1969-1970, pp. 523-535
- 13—,——: Partial Extraction as a Means of Reducing Subsidence Damage, N.C.B. Information Bulletin No. 61/231, 1961
- 14 — SING, T,N., GUPTA, R.N. : Influence of Parameters of Packing on Surface Protection, Journal of Mines, Metals and Fuels, Vol. 16, 1968, pp. 37-44, 52
- 15 — SHADBOLT, C.H. : Report on Sherwood Hall, Given to N.C.B., 1970
- 16 — PRIEST, A.V., ORCHARD, R.J. : Recent Subsidence Research in the Nottinghamshire and Derbyshire Coal field, The Mining Engineer, ovl. 117, 1957-1958, pp. 499-515
- 17—,——: Investigation of Mining Subsidence, Phonomena, N.C.B. Information Bulletin No. 52/78, 1952

- 18 — MARR, J.E., WARD, J.F. : Some Practical Aspects of Precise Subsidence Surveying, Transactions of the Institute of Mining Surveyors, Vol. 32, 1952, pp. 147-163
- 19 — WARDELL, K. : The Surveying Observations Required for the Determination of Ground Movements Caused by Mining, Transactions of the Institute of Mining Surveyors, Vol. 32, 1952, pp. 12 - 37
- 20 — PAŞAMBHMETOĞLU, A.G.: An Investigation Into Time Dependent Aspects of Mining Subsidence, Ph. D. Thesis, Nottingham University, 1972.

TEŞEKKÜR

Yazar, bu çalışma sırasında değerli katkılarından ötürü, hocaları Nottingham Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof. H. J. King ve Öğretim Üyesi Dr. B. N. Whittaker'e, arazide ölçmelerin yapılmasına izin veren ve yardımcı olan N.C.B. East Midlands Bölge Mühendisi Mr. C. H. Shadbolt, Topoğraf Mr. A. Avans ve Mr. R. Kyme'e teşekkür etmeyi bir borç bilir.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsi salonu ankara**

YERALTINDA POMPALANABİLİR
BETON KARIŞIMININ
DİZAYN ESASLARI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

YERALTINDA POMPALANABİLİR BETON KARIŞIMININ DİZAYN ESASLARI

Dr. Ergin ARIOĞLU *

Özet :

Yazıda, yeraltında pompa ile sevkedilecek akıcı kıvam daki beton karışımlarının özellikleri ve karışım hesabı ile ilgili esasları verilmiştir.

Summary :

This article is intended to give, in brief, a fundamental knowledge regarding concrete mixture to be used in mining engineering.

Also, in this paper, the concept of a rational mix design of concrete is discussed in order to provide useful a guidance for the practising mining engineer in some detail.

1. Giriş :

Maden mühendisliğinde, betonun struktur elemanı olarak kullanımını oldukça genişdir. Beton, yeraltında genellikle,

- Kuyu ve galeri kaplamalarında,
- Su ve yangın barajlarının inşasında,
- " — Galeri - dolgu duvarlarının inşasında,

(*) İ.T.Ü. Maden Fakültesi Asistanı, Dr. Y. Müh.

— Ve kaim damar işletmeciliğinde suni tavan (betonarme tavan) inşasında, kullanılır. (1) Betondan çeşitli kullanım yerlerine göre değişen bazı karakteristiklerin yerine getirilmesi istenir. Mesela, beton yeraltında su barajı inşasında kullanılacak ise, betonun yüksek basınç mukavemetine haiz olmasından başka, çekme mukavemetinin de yüksek olması istenir. Keza, beton galeri kaplamasında veya galeri dolgu duvarı inşaatında taşıyıcı malzeme olarak kullanılması düşünüülüyorsa, basınç mukavemetinden başka, karışımın pompalanabilecek akıcılıkta olması istenir. Bu proses de beton yukarıda belirtildiği gibi aşağıda işaret edilen karakteristikleri mükemmelen yerine getirmelidir.

- Beton karışımı pompalanabilecek akıcılıkta olmalı ve
- İstenen basınç mukavemetine sahip olmalıdır.

Bu iki karakteristik birbiriyle yakından ilgilidir. Bir başka deyişle, karışımın akıcılığı üzerinde yapılan ufak bir değişiklik, betonun belli bir kür müddetindeki basınç mukavemetine tesir edecektir. Eğer, betonun basınç mukavemetinin değiştirilmesi çeşitli sebepler nedeniyle sözkonusu ise, betonun yeni kabul edilen basınç mukavemetine göre «akıcılığı» mutlaka gözden geçirilmelidir. Yukarıda yapılan bu limitli açıklamadan, beton karışımının istenen özellikleri yerine getirilmesinin ne denli zor bir mühendislik görevine ihtiyaç göstereceği kolaylıkla anlaşılabilir.

Yazıda, yeraltında, pompa ile sevk edilmesi plânlanan akıcı kıvamdaki beton karışımının diyazn esasları verilecektir. Verilen esasların daha iyi takibini sağlamak maksadıyla nümerik mahiyette bir karışım hesabı yapılacaktır. Ayrıca, beton karışımının ekonomisine tesir eden bazı önemli faktörler tartışılacak ve akıcı beton karışımları için genel bir dizayn şablonu verilecektir.

2. Beton Karışımının. İşleneblme Özelliğine Etki Eden Faktörler :

Pompalanabilecek beton mutlaka bu şartı yerine getirmelidir. Genel olarak, karışımın akıcılığına tesir eden faktörler şunlardır.

- Karışım su miktarı,
- Agrega miktarı ve onunla ilgili Özellikler,
- ve çimento miktarı.

2.1. Karışım Su Miktarı :

Beton karışımına girecek su aşağıdaki fonksiyonları yerine getirir.

- Çimento ile kimyasal reaksiyona girerek, çimento hamurunu meydana getirir.
- Betonun strüktürünü teşkil eden kum ve iri agrega tanelerini ıslatmak suretiyle karışıma uygun bir akıcılık kazandırır.

Buradan anlaşılır ki, karışım su miktarı, istenen akıcılığının bir fonksiyonudur. Hemen belirtilmesi gereken nokta şudur ki : Karışım su miktarı aynı zamanda istenen beton basınç mukavemeti ve karışıma girecek agreganın granülometrisi ile de yakından bağlıdır. Diğer bir deyişle, karışım su miktarı, betondan istenen mekanik karakteristiğinin ve iç bünyesinin bir kompleks fonksiyonudur.

2.2. Agrega Granulometrisi ve İlgili Özelliklerin Etkisi :

Yapılan deneysel araştırmalar sonucunda agrega granülometrisinin, maximum agrega çapının ve agreganın tane şeklinin beton karışımının akıcılığı üzerinde önemli etkileri olduğu tesbit edilmiştir. Keza, agrega granülometrisinin basınç mukavemet üzerinde de önemli etkisi vardır. Bu etki şöyle izah edilebilir :

Granülometrinin, karışımına agregaları ıslatmak fonksiyonu ile girecek su miktarını değiştireceği aşikardır. Toplam karışım su miktarıda, betonun basınç mukavemetiyle yakından bağlı olduğuna göre, buradan granülometri bileşiminin beton karışımının basınç mukavemeti ile olan bağlılığı ifade edilebilir. (Kullanılan karışım su miktarının beton basıncına ne şekilde etki ettiği ilerki bölümde detaylı bir şekilde görülecektir).

Su miktarı ile basınç mukavemetine olan etkisinden başka granülometrinin, karışım kompasitesine de tesir ederek, basınç mukavemeti üzerinde önemli diğer bir tesiri olduğu deneysel çalışmalar sonucunda tesbit edilmiştir.

Pratikden bilindiği gibi, içinde büyük miktarda gözenek ihtiva eden betonun basınç mukavemeti oldukça düşüktür. Yüksek basınç mukavemetinin elde edilmesi için, karışımın minimum miktarda gözenek ihtiva etmesi, bir başka deyişle, beton kompasitesinin maximum olması arzu edilir. Yüksek bir karışım kompasitesinin elde edilmesi de agreganın kompasitesinin büyük olması ile elde edilebileceği bilinen bir pratik gerçektir. Kısaca, yukarıdaki ifade şöyle özetlenebilir.

Büyük agreganın kompasitesi -> Büyük karışım kompasitesi |
t Büyük basınç mukavemeti
Agreganın granülometrisi

Aşağıda verilen Tablo - l'de, maximum agreganın büyüklüğünün, karışımın kompasite sayısı ve relatif su miktarı ile nasıl değiştiği gösterilmiştir (2).

Tablo 1 — (2)

Kompasite	% relatif su miktarı			
	0.80	0.85	0.90	0.95
Agreganın maksimum çapı (20 mm)	15.5	17	18	19.5
Agreganın maksimum çapı (37,5 mm)	14.5	15.5	16.5	18

Tablodan çıkan önemli ve pratik bir sonuç şudur : Belli bir kompasite sayısı için karışımda kullanılacak maximum agreganın çapının artımı, karışıma girecek su miktarını azaltacak ve neticede, karışımın basınç mukavemeti yüksek olacaktır. Tablodan aynı bir kompasite sayısı için tekabül eden relatif su miktarı, büyük agreganın çapı için (37,5 mm) azalmakta olduğu takip edilir. Azalma nispetinin, ilk bakışta, az olduğu kanaati elde edilebilir. İlerki paragraflarda (Su/çimento - basınç mukavemeti) bağıntısı verildiğinde, karışım içinde

su üzerinde yapılan küçük bir indirimin, basınç mukavemetinin artımı için ne ölçüde olduğu açıkça görülecektir.

Maalesef, maden mühendisliğinde kullanılan pomplanabilir özelliğini taşıyan betonlarda, yukarıda belirtilen avantajın kullanılması oldukça limitlidir. Çünkü karışım hidrolik olarak sevk edilecek ve boru içindeki basınç düşümü, tane nin max. boyutu ile yakından ilgilidir. Pratikte, pomplanabilir betonun imalinde kullanılacak max. agrega çapı 20 mm. olarak alınır.

Agrega inceliğinin belli bir ölçüde karışımının işleme- bilme özeliği üzerinde etkisi olabileceği söylenebilir. Bilhas- sa, ince aksam, granülometri bileşimi içinde muayyen limit- ler içinde olması, karışım akıcılığının arttırılması bakımından arzu edilir. Ayrıca miktarı kontrol edilmek suretiyle ilâve edi- lecek ince granülometrinin, karışımın kompasitesinl arttırı- bileceği söylenebilir. Agregâ şeklinin (agrega/çimento) üze- rine olan etkisi, Tablo - 2'den açıkça takip edilmektedir (2).

Tablo 1 — (2)

Agrega şekli	Agrega/çimento
Yuvarlak iri agrega ve gayri muntazam ince aksam	6,5
Gayri muntazam iri agrega ve gayri muntazam ince aksam	5,5
Köşeli iri agrega ve gayri muntazam ince aksam	5,2

Yukarıdaki tablonun tetkinden şu neticeyi söylemek ka- bil olmaktadır. Köşeli iri agrega ve gayri muntazam ince ak- sam (kum), karışım için gerekli olan (agrega/çimento) ora- nını büyük ölçüde azaltmakta ve böylelikle basınç mukave- meti yüksek bir karışım elde edilmektedir.

2.3. Çimento Miktarı :

Çimento miktarının artırılması ile karışımın genel ince- lik modülü artmaktadır. Ve bu sebeple karışım suyunun ar-

tırılması gerekmektedir. Netice de (Su/çimento) oranı deęiőeçeęinden, mukavemette bir değişiklik beklenebilir. Bu değişikliğin, mukavemet yönünden pozitif veya negatif olabileceğini kesinlikle söylemek oldukça zordur. Zira, her iki yönde bir değişim beklenebilir.

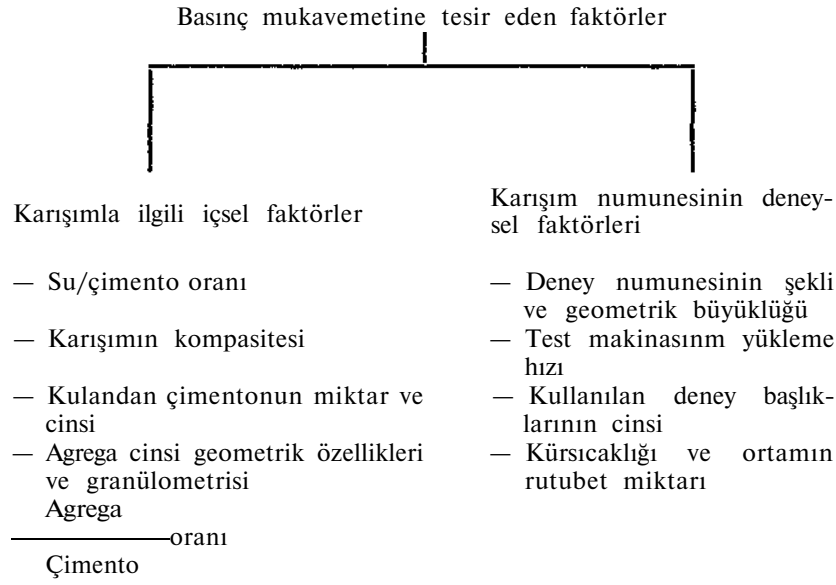
Eğer karışım, çimento yönünden zengin ise (yani dozajı yüksek ise) argegamn ince aksam ihtiva etmesine gerek yoktur. Bu hususa, deneme karışımının neticesinden sonra karar alınması tavsiye edilir. Yeraltında, agrega olarak, galeri sürülmesinden elde edilen taőlardan istifade edilebilir. Uygun bir ekleme prosessinden sonra elde edilecek, agrega, bileşiminde, bir miktar ince aksama sahiptir. Bu bakımdan ilâve olarak konulacak kumun bileşim içinde bulunma gerekliliği ortadan kalkabilir (3).

Yapılan araştırmalar sonucunda, normal beton karışımları için (çimento dozajı 380 kg/m^3 den az olan karışımlar) çimento dozajının karışımın iőlenebilme özelliği üzerinde etkisinin ihmal edilebilecek mertebede olduğu görülmüştür (2).

3. Beton Karışımının Basınç Mukavemetine Tesir Eden Faktörler :

Beton, bir taşıyıcı malzeme olarak yeraltında kullanılacağından proje Őartlanınca belirtilen basınç mukavemetine haiz olmalıdır. Bir struktur sistemi olarak kullanılacak galeri-dolgu duvarının dizaynında, beton karışımının rasyonel olarak tayıni, hayati bir önem arz eder. Problem içine, basınç Őartından başka, pompalanabilir olma isteğide ithal edildiğinde, beton karışım dizaynı daha da bir komplike görünüm alır. Uygun bir dizaynın yapılabilmesi için çalışılacak malzemenin özellikle başlangıçta mühendis tarafından iyice bilinmiő olması lâzımdır. Ve bunun sağlanmasında, mevcut teorik, yarı - teorik bilgiler büyük ölçüde mühendise yardımcı olacaktır. Aşağıda, bu amaçla basınç mukavemetine etki eden faktörler çok kısa olarak gözden geçirilecektir. Konu ile ilgili daha detaylı bilgi etmek isteyen meslekdaőlara, (4) referansına baővurmaları tasviye olunur).

Basınç mukavemetine etki eden faktörleri şu genel başlıklar altında Tablo-3'de toplamak mümkündür (1).



Betonun Basınç Mukavemetine Etki Eden Faktörler

Tablo — 3 (1)

3.1. (Su/Çimento) Oranının Etkisi :

Beton teknolojisinde yapılan deneysel çalışmaların sonucunda beton basınç mukavemetinin «Su/çimento» oranı ile değiştiği tesbit edilmiştir.

Literatürde, beton basıncının «Su/çimento» ile değişimini ifade eden yarı teorik nitelikte birçok bağıntılar teklif edilmiştir. Burada, bir hususun unutulmaması gereklidir. Literatürde verilen formüller, genellikle agreganın, beton basınç mukavemetine etki yapmaması halinde veya agreganın beton mukavemeti üzerindeki tesirini gölgelemesi halinde

de uygun neticeler verebilir. Bir başka deyişle, $\frac{\text{su}}{\text{çimento}}$ oranı değişken olarak alındığında, agreganın özellikleri karışım

inde büyük ölçüde değişiyorsa, $\frac{su}{\text{çimento}}$ kanunu olarak adlandırılan önemli kaidenin doğruluğu sağlanamayacaktır. Ayrıca, yazar elde ettiği tecrübelerle göre, şu noktayıda açıkça belirtmek ister : Her malzeme için özel (Su/çimento - basınç) değişiminin istatistiksel olarak elde edilmesi, yapılacak karışım hesaplarının doğruluğu için gereklidir.

Beton teknolojisinin temel bağıntılarında biri olan ve ABRAMS tarafından teklif edilen ifade şöyledir (4).

$$R = \frac{A}{B^\alpha} \dots \dots \dots (1)$$

Burada

RBelli bir kür müddeti için basınç mukavemeti

A, BDeneysel sabitler

$$\alpha = \frac{su}{\text{çimento}} \text{ oranı, (ağırlık olarak)}$$

(1) ifadesine dikkat edilirse, basıncın artan $\frac{su}{\text{çimento}}$ oranları için hızla düştüğü görülür. Kısaca, su bakımında zengin bir beton karışımının basınç mukavemetinin az olabileceği kolaylıkla ifade edilebilir. Bu tip yaklaşım, pratikte karışım dizaynında kullanılabilir.

Yazar, normal portland çimentosu ile yapılan betonun 7 günlük basınç mukavemeti $\alpha = \frac{su}{\text{çimento}}$ oranı ile değişimini (2) ifadesi ile verir.

$$R_7 = 78.46 \alpha^{-1.76} = 78.46 \left(\frac{W_{su}}{W_c} \right)^{-1.76} \dots \dots \dots (2)$$

ifadenin korelasyon sabiti $r = 0.968$ 'dir.

Burada,

R_7 Betonun 7 günlük basınç mukavemeti, (kg/cm²)

W_{su} 1(m³) karışıma giren toplam karışım su mik. (kg)

W_c 1(m³) karışım imalinde kullanılan çimento mik. (kg)

ifadenin katsayıları korrelasyon analizi vasıtasıyla hesaplanmıştır. (2) ifadesinin kurulmasında kullanılan basınç mukavemetleri (5) referansından (sahife 122) elde edilmiştir. Muhtelif kür müddetleri için aynı formdaki eşitlik korrelasyon analizi vasıtasıyla kurulabilir.

3.2. Komtpasüte :

Pratikten bilinen gerçeğe göre, boşluk ihtiva eden betonun basınç mukavemeti oldukça düşüktür. Kompasitesi yüksek, yani az gözenek ihtiva eden betonun basınç mukavemeti daima büyüktür. Kompasitenin basınç mukavemeti üzerindeki tesirini veren ampririk bağıntı, beton teknolojisinde FERET eşitliği olarak anılır.

$$R = K \left(\frac{V_c}{1+V_c-A} \right) Y \dots \dots \dots (3)$$

V_c 1 m³ karışımda kullanılan hakiki çimento hacmi (m³)

A Karışıma giren katı maddelerin hacimsal toplamı,
(Agrega + çimento)

K Deneysel bir sabite, deney sonuçlarından elde edilir.
K kür müddetine göre değişik değerler alır.

Formülden görüldüğü gibi, kompasitenin büyük olması mukavemetinin artmasına sebep olacaktır. Genellikle, pratikte betonun kompasitesi 0,85 - 0,95 arasında değişir. Pompabilir akıcı kıvamdaki beton karışımlarının kompasitenin yüksek olması gerekir. Pratikte kullanılan, $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranından bağımsız olarak, akıcı beton için,

$$A = 0.95 \text{ 'dir (2)}$$

3.3. Kullanılan Çimentonun Miktarı ve Cinsi :

Karışıma giren çimento miktarıyla, betonun basınç mukavemetinin artması beklenir. Çünkü çimentonun artımı, elde edilecek hamurun artımı demek olacağından, aynı dış zorlama için, alan artacağından karışımın basınç mukavemeti artacaktır. Prof. Y. Müh. B. POSTACIOĞLU'nun yaptığı araştırmaya göre, karışıma girecek çimento dozajının bir kritik değeri mevcut olduğu; eğer konulacak çimento miktarı bu değeri aşıyorsa çimento miktarının artımı karışımın basınç mukavemeti üzerinden pozitif bir etkisi olmayacaktır. Gayet önemli olan bu sonuçla, çimento dozajının kritik değeri sayısal olarak verilebilir. Prof. B. POSTACIOĞLU'nun neticesine göre, çimentonun kritik dozajı şu şekilde değişir.

$$V_{\text{çkritik}} = \frac{p}{2} \times \gamma_{\text{ç}} \times 1000 \dots\dots\dots (4)$$

Burada,

- $W_{\text{ç}}$ Kritik çimento dozajı, (Bu değer üzerinde kullanılan çimentonun basınç mukavemetinin artımı üzerinde pozitif bir etkisi yoktur, (kg/m³)
- p İmal edilen betonun gözenek miktarı (m³/m³)
- $\gamma_{\text{ç}}$ Çimentonun yoğunluğu (kg/İt)

Gözenek miktarı kompasite cinsinden şu şekilde verilebilir. (4)

$$P = 1 - A \dots\dots\dots (5)$$

Formülün tetkiden şu ilginç kanaatleri yürütmek kabil olacaktır. Gözenek hacminin artımı ile çimento dozajı doğru orantılı bir şekilde değişmektedir. Yazara göre bulunan sonucun fiziksel bir anlamı mevcuttur. Nitekim, deneysel çalışmalarda, çimento miktarı karışımın gözenek hacmi ile artmaktadır.

Çimento kalitesinde karışımın basınç mukavemeti üzerinde önemli bir etkisi mevcuttur. Basınç mukavemeti yüksek olan iyi bir kalite çimento ile imal edilen karışımın basınç mukavemeti daimi yüksek olur.

3A. Agregaya İlgili Büyüklerinin Tesiri :

"Agrega granülometrisinin, beton basıncına olan tesiri, karışım su miktarı olan tesiriyle açıklanabilir. İlk bölümde belirtildiği gibi agregaya granülometrisi, karışıma giren su miktarını tayin eder. Basınç mukavemetinde, «su

————— oranınma bağlı olarak değiştiğine göre, burada, agregaya granülometrisinin basınç üzerine olan etkisi ortaya koyulabilir. Agregaya tanelerini ıslatmak için kullanılan su miktarı «BOLOMEY» formülü adı anılan ifade ile bulunabilir. Formül, sadece taneleri ıslatmak için gerekli olan su miktarını vermektedir. Agregaya boşluklarına doldurulacak su miktarı, bu miktara dahil değildir. (4)

$$W_{su} = \frac{N \cdot Q}{\sqrt[3]{d_1 \cdot d_2}} \dots\dots\dots (6)$$

Burada,

W_{su} Agregaya tanelerini ıslatmak için kullanılan su miktarı,

N Agregaya şekline ve karışımın akıcılığına bağlı olarak değişen sayı.

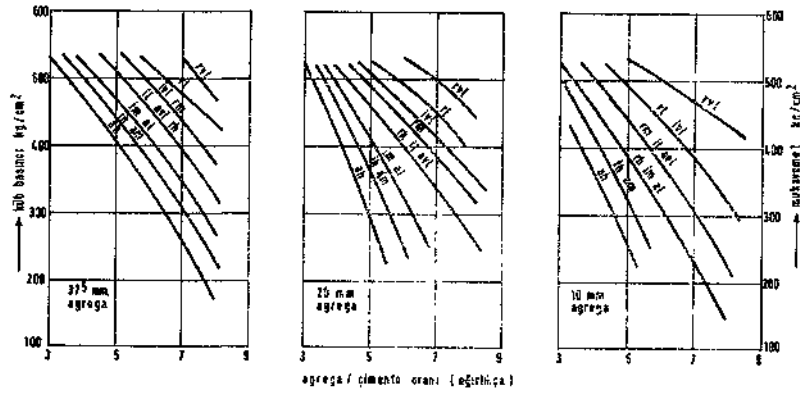
Yeraltında, kullanılacak betonun agregası konkret mahsulü olacağı gözönüne alınırsa, N = 0.12 - 0.13 değerleri alınır.

Q d_1 , d_2 eleği arasında kalan malzemenin miktarı, (kg) hesap kolaylığının temini sağlamak bakımından Q = 1 kg. alınır. Bu şekilde elde edilecek değer, (kg) agregayı ıslatacak su miktarını gösterir.

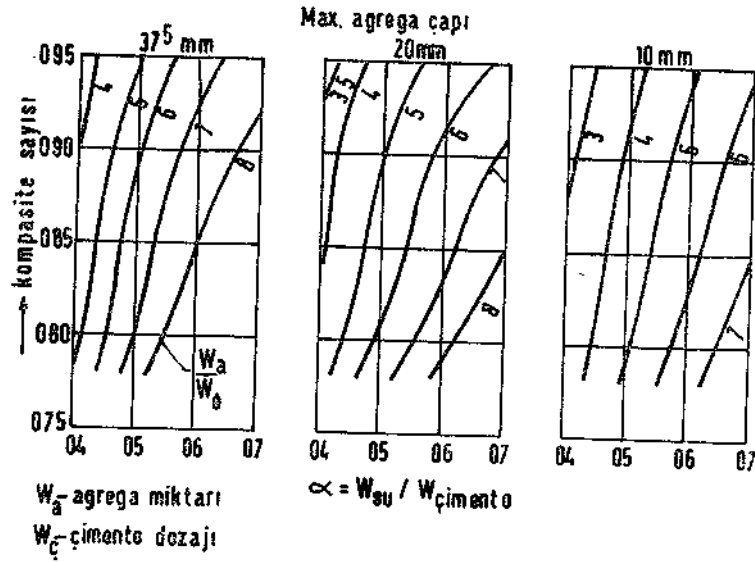
Formülün nümerik tatbikatından görülecek ki : Tanelerin boyutu arttıkça gerekli su miktarı azalmaktadır. Burada, aynı neticeyi bir kere daha görmüş oluyoruz.

Şöyle ki : max. agregaya çapının büyük seçilmiş olması, betonun basınç mukavemetinin artmasına sebep olacaktır. Zira iri kısımlar fazla olan bir agregaya için gerekli su miktarı az olacaktır. Bu ise, karışımın basınç mukavemetinin artmasına sebep olacaktır.

Aynı zamanda, $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranının değişimi karışımın kompozite ve $\left(\frac{\text{su}}{\text{çimento}}\right)$ oram cinsinden verilebilir. (2). Şekil-2'de böyle bir tipik değişim, muhtelif max. agrega ebatları için görülmektedir.



Şekil — 1 (2)



Şekil — 2 (2)

Sabit $\left(\frac{\text{su}}{\text{çimento}}\right)$ oranında $\left(\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}\right)$ oranının küçülmesiyle karışımın kompasite değerinin arttığı aynı eğriden takip edilmektedir. Pompalanabilir betonun kompasite değerinin yüksek olması istenir. Bu bakımdan, sabit bir (su/çimento) oranında karışımın $\left(\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}\right)$ değeri azalacaktır.

Yukarıda verilen malûmatlara göre, betonun mukavemeti yapısının özellikleriyle çok yakından bağlı olduğu açıkça görülür. Böyle bir karışık görünüm, şüphesiz ki: yeraltında, kullanılacak betonun dizaynını oldukça güçleştirecektir. Detaylı bir nümerik misala girmeden evvel aşağıda, toplu olarak pompalanabilir bir beton karışımının yerine getirmesi gereken şartlar verilecektir.

4. Pomjpalabilir Beton Karışımının Özellikleri *

- a) Beton karışımı istenen basınç mukavemetine haiz olmalıdır. Bu değer, betonun kullanılma yerine bağlı olarak değişir. Yeraltında betonarme galeri kaplaması için kullanılacak betonun basınç mukavemeti 28 günlük bir müddet için en az 160 (kg/cm²) olmalıdır. Galeri - ramble duvarında taşıyıcı malzeme olarak kullanılacak betonun basınç mukavemeti 7 günlük kür müddeti sonunda, 200 - 300 (kg/cm²) arasında olmalıdır. Bu değerın sayısal tesbiti ilerde verilecektir.
- b) Karışıma girecek granülometri bileşiminin max. agrega çapı 20 (mm) olmalıdır ve belli bir nisbette ü>ce aksamı olmalıdır. Eğer karışım yüksek çimento dozajlı ise, ince aksama ihtiyaç olmayabilir. Bu durum elek analizi ile görülmelidir. 300 mikron eleğinden geçen ince aksamın miktarı toplam agrega miktarının % 15'i kadar olması tasviye edilir.
- c) Karışım uygun bir çimento dozajına haiz olmalıdır. Pratikte dozaj 300 - 350 (kg/m³) arasında değişir. İktisadi bir çimento dozajı ile çalışılması tavsiye edilir

ve bu değer sistematik bir tarzda yerine getirilmiş birkaç deneme karışımı sonucunda elde edilebilir.

- d) Taze beton karışımının okme değeri 7.5 + 2,5 (cm) olmalıdır. Ve mutlaka, karışımının bu karakteristik değeri Abrams konisi ile tesbit edilmelidir. Pratikte, görülen güçlüklerden biri de, karışımın uygun bir akıcılığına sahip olmamasıdır. Ve neticede, karışım boru hattı içinde yer yer okebilir ve sıvı kısım agregasmdan ayrılabilir. Bu bakımdan, pompa randımanının yükseltilmesi için muntazam aralıklarla, imal edilen beton karışımının, okmesi kontrol edilmelidir. Pratikte alman bazı yeterli olmayan tedbirler ile mesala fazla su koymakla, karışımın akıcılığının artırabileceği düşünülür. Bu tedbir bir lde doğrudur. İlâve su miktarı yanında, betonun basınç mukavemeti imento miktarı ile kontrol edilmesi gerekir. Sadece su miktarını artırmakla, basınç mukavemetinin büyük lde düşmesine sebebiyet verebiliriz. Bu tedbirlerin yanında, tatonman yolu ile tayi nedilebilecek imento artımına gidilmesi daha uygun bir yol olacaktır. Ayrıca, karışıma katkı maddeleri de ilâve edilebilir. Bu konunun detayı ' referansında görülecektir.

5. Pompalanabilir Beton Karışımının Dizayn Felsefesi,"

5.1 Genel :

Yukarıda açıkladığımız esaslara göre betonun dizaynı yeraltında, oldukça hassas bir mühendisliği gerektirir. Beton karışımında erişilmesi istenen iki önemli hedef vardır.

- İstenen basınç mukavemeti.
- Karışımın akıcı kıvamda olması.

Tekrar dikkatimizi, evvelki bölümlerde verilen malumata çevirirsek, görülecek ki, akıcılığla istenen basınç mukavemeti birbiriyle ters orantılı şekilde bağlıdır. Bir başka deyişle, akıcılığ arttırılması su miktarının arttırılması olacak ki, bu durumda, karışımın basınç mukavemeti büyük nisbette düşecektir. Görülüyor ki, istenen bu iki ana hedefin sağ-

lanması oldukça güçtür. Ve mutlaka, birkaç deneme karışımları yapılması ve karışımların istenen şartlara uygunluğu görüldükten sonra ana beton karışım imaline yeraltı da başlanmalıdır.

Bütün bunlara ilâveten, maden mühendisi inşa edeceği taşıyıcı elemanın veya tatbik ettiği bir sistemin ekonomik olmasını arzu edecektir. Ekonomik mülahazalarda, genel tablo içine ithal edildiğinde, problemin hassas bir mühendislik sanatı istediği açıkça görülür.

5.2. Dizayn Hedeflerini Genelleştirilmesi :

Karışım pompa ile sevk edileceğine göre akıcılığı bellidir. Genel olarak, 7,5 cm'lik bir çökme, pomlanabilir karışımlar için uygundur.

Betonun basınç mukavemeti, kullanıldığı yerin ihtiyaçlarına göre değişecektir. Galeri-ramble duvarında taşıyıcı eleman olarak kullanılması düşünülen betonun proje basıncı aşağıdaki ifade ile bellidir. (6)

$$\sigma_p = (0.938 \frac{l}{a} + 0.469) H.n \dots\dots\dots (7)$$

Burada;

σ_p Beton karışımının 7 günlük kür sonucunda sahip olması gerekli mukavemet (ton/m²)

l Galeri açıklığı, (m)

a Rable duvarının genişliği, (m)

H İmalat derinliği, (m)

n Emniyet katsayısı, $n = 1.5$

Betonun karışım hesabında kullanılacak a basınç değeri belli bir miktar " c_p " değerinden büyük olmalıdır. Karışım hesabının yapılacağı ortalama beton basınç mukavemeti (8) ifadesiyle bellidir.

$$\sigma_{ort} = \frac{\sigma_p}{1 - t.V} \dots\dots\dots (8)$$

- σ_{ort} Karışım hesaplarının yapılacağı ortalama beton basınç mukavemeti.
- t Numunelerin yüzde kaçının proje mukavemetinin altına düşmesiyle ilgili istatistiksel bir faktör.
- v Numunelerin deney sonucundaki beklenen varyasyon katsayısı. Bu katsayının değeri yeraltında betonun imalinden, yerleştirilmesi ve testine kadar bütün işlemlerinin yapımında gösterilen itina ile yakından ilgilidir. İyi bir şantiye kontrolünde $V = \% 15 - 10$ arasındadır. Vasat bir çalışma şartlarında bu değer $V = \% 15 - 20$ 'ye yükselir. (°) referansında belirtildiği gibi, hesaplanan emniyet sayısının içinde, malzemeden gelen belirsizlikler gözönünde tutulmuştur. Bu bakımdan, ekonomik mülahaza ile çok büyük bir emniyet katsayısı ile çalışmak doğru olmayacaktır. Zira, $V\%$ 'in yükselmesi karışım hesabının yapılacağı ortalama basınç mukavemetinin artması demektir. Kolaylıkla takip edilir ki aynı mukavemet için çimento sarfiyatı artacaktır. Bu nedenle $V = \% 10$ alınmıştır.

t değeri deneyde kullanılan numune sayısına ve numunelerin proje mukavemetinin altına düşme ihtimaline bağlı olarak değişir. Genellikle pratikte numunelerin $\% 95$ 'inin proje mukavemeti geçmesi istenir. Deneyde kullanılan numune sayısı 5 adet olarak alınırsa, t'nin değeri $\% 95$ ihtimal yüzdesi için klasik istatistik kitaplarından, $t = 2.776$ olarak bulunur. Eğer, denenecek numune sayısı $n = 10$ ise, aynı ihtimal yüzdesi için $t = 2.262$ değerini alır.

Pratikte, genel olarak numune sayısı üzerinde yanlış bir muhakeme yürütülür.

Şöyle ki : ne kadar çok sayıda numune alınırsa, o mertebede hakiki basınç mukavemetine yakın bir ortalama elde edilir. Yazarın, laboratuvar çalışmalarında elde ettiği tecrübeye göre; basınç mukavemetine tesir eden deneysel faktörler ortalama bir özen gösterilmek şartıyla kontrol edilirse,

numune sayısının artması deney sonuçlarının varyasyon katsayısı üzerinde pozitif bir tesiri olmayacaktır.

(Normal bir özen ile yapılan ve denenen 4 - 5 adet numunenin kırılma sonuçlarında hesaplanan varyasyon katsayısı $V = \% 5 - 4$ idi). Zaman ekonomisi yönünden numune sayısının $n = 5$ alınması uygundur. Karışım hesabının yapılacağı basınç mukavemeti, $\% 10$ varyasyon katsayısının kabulü ile aşağıdaki (9) ifadesi ile hesaplanır.

$$\sigma_{ort} = \frac{\sigma_p}{1 - 2.776 \times 0.10} = 1.384 \quad \sigma_p \dots\dots\dots 0$$

Mukavemet değerinin hesabından sonra, beton karışım hesabının yapımına geçilecektir. Karışım hesabında bulunması gereken üç ana parametre vardır :

- Çimento dozajının tesbiti
- Su/çimento oranının tayini
- Ve agrega/çimento oranının hesabı.

Çimento (dozajının tesbiti) :

Çimento dozajının tayini güç olmayacaktır. Pratikte kullanılan çimento dozajı ortalama olarak 250 - 350 (kg/m^3) arasında değişir. Uygun bir değer olarak 300 (kg/m^3) alınabilir.

Su/çimento oranının tayini :

Bu oran, istenen basınç mukavemetinin bilinmesiyle (2) eşitliği yardımı ile hesaplanacaktır. Kabul edilen çimento dozajının miktarına göre, "Su/çimento" oranının bilinmesiyle karışıma girecek toplam su miktarı hesaplanır. Bu miktar, karışıma girecek agrega granülometrisinin bilinmesiyle, Bolomey formülünden kullanılacak ıslatma su miktarı bulunabilir. Yalnız bu miktarın, agregayı ıslatmak için gerekli su miktarı olacağını gözönünde tutmak gerekir. Bu bakımdan, granülometri bileşimi yolundan hesaplanan agrega miktarına,

çimento numunelerinin hidrotasyonu için gerekli su miktarı ilâve edilmelidir. Yukarıdaki ifade şu şekilde yazılabilir.

$$W_{su} = 0,23 W_{\xi} + \Sigma W_{su} \dots\dots\dots (10)$$

agrega

Burada, W_{su} toplam su miktarını (kg/m^3), ΣW_{su} agrega tanelerinin ıslatılması için kullanılan su miktarını (kg/m^3) gösterir.

$$\Sigma W_{su} = W_{agrega} W \dots\dots\dots (11)$$

agrega

ile hesaplanır. " W_{agrega} ($1 m^3$) karışıma giren agrega miktarı (ince aksam + iri kısım) (kg)" " W " ($1 kg$) agregayı ıslatmak için gerekli su miktarı (m^3). W değeri Bolomey formülünden elde edilecektir (6 ifadesi).

Âgrega/Çimento oranının, tesbiti :

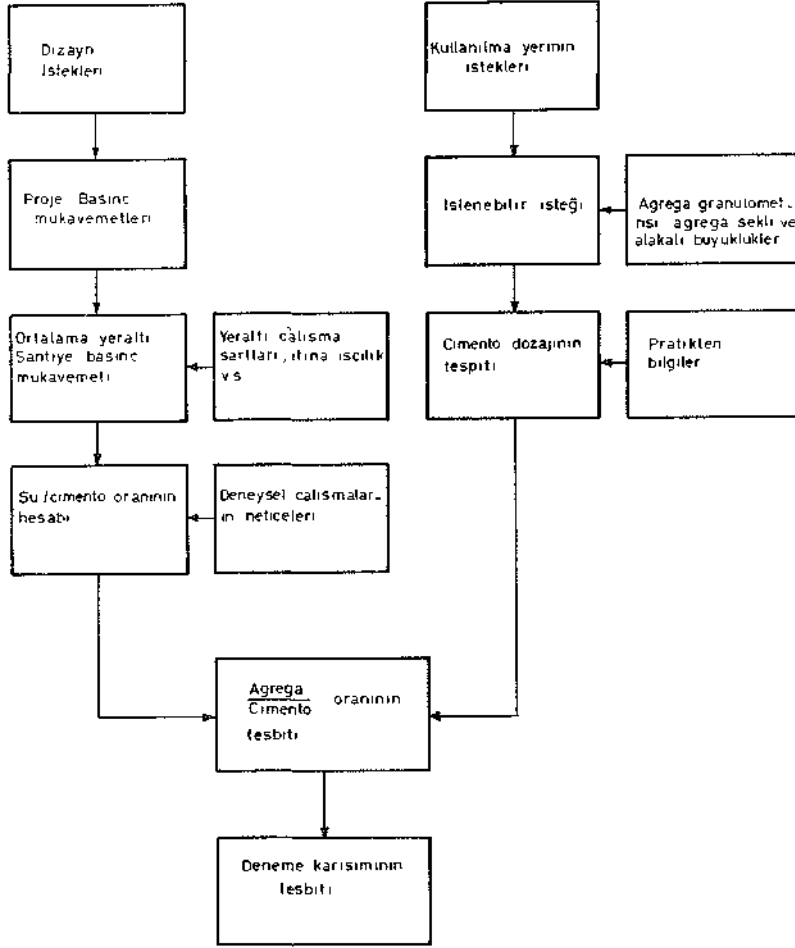
Agrega/Çimento oranının tesbiti çeşitli şekilde yapılabilir. Şekil - 1 yardımıyla, karışım mukavemetinin ve işlenebilir özelliğinin bilinmesiyle, sabit bir maximum agrega çapı için $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranı bulunur.

Veya pompalanabilir bir karışımın yüksek bir kompasiteye haiz olması gereği gözönünde tutularak, ikinci etapda $\frac{\text{su}}{\text{agresca}}$ tesbit edilen " $\frac{\text{su}}{\text{agresca}}$ " oranının bilinmesiyle Şekil - 2'den

belli bir max. agrega ebatı için, " $\frac{\text{çimento}}{\text{çimento}}$ " oranı okunur.

Karışım kompasitesi, $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranından bağımsız olarak $7,5 \text{ cm}$ 'lik çökmeye tekabül eden değeri $0,90 - 0,95$ arasmde değişir. (2)

Yukardaki dizayn etapları genel olarak diagramatik bir tarzda Şekil - 3'de gösterilmiştir. (1)



Şekil — 3
Tipik bir karışım hesabı projesi (1)

6. Numerik Karışım, Hesabı :

Aşağıda genel olarak metinde verilen etaplara göre hesaplanacak bir nümerik misal yapılacaktır. Hesapta kullanılacak basınç mukavemeti 7 günlük kür müddeti için olacaktır.

Yeriler :

Karışım, hidrolik bir pompa vasıtasıyla imalat yerine sevk edileceğinden çökme miktarı 7,5 cm ve agreganın max. çapı 20 mm'dir. Akıcı beton, 500 metre imalat derinliğinde, 1,5 metre genişliğinde inşası düşünülen galeri - ramble duvarında kullanılacaktır. Galerinin serbest açıklığı $l = 4$ m'dir. Taşıyıcı sistemin emniyet katsayısı $n = 1,5$ dur.

İstenen :

Yukarıdaki şartlara haiz bir akıcı betonun karışım hesabı.

Proje Basınç Mukavemetinin Tayini :

$$\sigma_p = (0.938 \frac{l}{a} + 0.469) H.n = (0.938 \times \frac{4}{1,5} + 0.469) \times 500 \times 1,5 = 2227,7 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Betonun ortalama şantiye basınç mukavemeti :

$$\sigma_{ort} = 1.38 \times \sigma_p = 1.384 \times 2227.7 = 3083 \text{ (Ton/m}^2\text{)}$$

Su/çimento oranının hesabı :

$$R_r = \sigma_{ort} = 78.46 \alpha \frac{1.75}{1} = 308.3 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

bağıntısından

$$a = \frac{\text{su}}{\text{çimento}} = 0.46 \text{ elde edilir,}$$

Sra miktarının tesbiti :

Çimentonun dozajı 300 kg/m³ alınmıştır.

$$a = \frac{W_{su}}{W_{ç}} = \frac{W_{us}}{300} = 0.46 \text{ eşitliğinden}$$

$$W_{su} = 138 \text{ kg/m}^3 \text{ elde edilir.}$$

Agrega/Çimento miktarıyla tesbiti :

İlk yaklaşım olarak, Şekil - 1 kullanılabilir. Buradan, $a = 0.46$, $a_p = 300 \text{ kg/cm}^2$ ve max. agrega çapı 20 mm. değerleri için gerekli

$\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}} = 5.0$ olarak okunur, ikinci bir

kontrol mutlaka kompasite üzerinde yapılmalıdır. Bunun için Şekil - 2 kullanılacaktır. Akıcı bir betonun kompasitesinin 0.90'm altına düşmemesi gerekir.

20 mm. max. agrega çapına tekabül eden eğriden, (Şekil - 2) $a = 0.46$ ve

$\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}} = 5$ değerleri için karışımın kompasite değeri yaklaşık olarak 0.87 bulunur.

Bu değerdeki bir karışım istenen akıcılıkta olmayacaktır. Bu bakımdan (Şekil - 2) max. agrega ebatı 20 mm'ye tekabül eden eğriden, uygun bir kompasite değeri olarak $A = 0.95$ ve $a_p = 0.46$ değerleri için yeni bir

$\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranı tesbit edilebilir.

Bunun yapılmasıyla $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}} = 4$ olarak okunur. Kabul edilen bu yeni $\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}}$ oranı, karışımın mukavemeti üzerinde

menfi bir tesiri olmayacağı Şekil - 1 den takip edilmektedir. (20 mm. agrega ebatı için)

$\frac{\text{agrega}}{\text{çimento}} = 4$ değerinden, karışıma girecek toplam agrega miktarı hesaplanır.

$$W_{\text{agrega}} = 4.W_c = 4 \times 300 = 1200 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Yukarıdaki yapılan hesaplamaların sonuçları ilk deneme karışımın dizaynında kullanılacağından, hiçbir vakit kesin sarj miktarları olarak ele alınmamalıdır. Birkaç deneme karışımının yapımı ile pompa sistemi için uygun bir karışım tesbit edilebilir.

Ayrıca, karışımın bütün özelliklerinin, bu denemelerle bulunacağından deneme karışımlarının mutlaka yerine getirilmesi bu yönde gerekli olmaktadır.

Yukarıdaki nümerik misale göre deneme karışımında kullanılacak malzeme miktarları şöyle olacaktır.

Su130 kg/m³

Çimento300 kg/m³

Agrega1200 kg/m³

Kompasite A = 0.95

R e f e r a n s l a r :

- 1 – ARIOĞLU, E. : Maden Mühendisleri için inşaat bilgisi yazılmakta olan telif eser.
- 2 – LYDON, F. D. : Concrete mix Desing, Applied Science Publisher Ltd. London, (1972)
- 3 – BİRÖN, C, ARIOĞLU E. : Garp Linyitleri İşletmesi Soma Bölgesi İçin Betonarme Suni Tavanlı Rambleli İşletme Projesi, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu MAG-240 Projesi, (1971)
- 4 – POSTACIOĞLU, B. : Yapı Malzemesi, İ.T.Ü. Teknik Okulu Yayını : 73 (1969)
- 5 – AKROYD, T.N.W. : Concrete, Perganon Press, (1962)
- 6 – ARIOĞLU, E. : Galeri Ramble Duvar Genişliğinin bir statik model ile boyutlandırılması, Madencilik Dergisi, Cilt XV, Sayı: 5 (1975)

**TURKIYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18 2 1977.dsi salonu ankam**

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASI
KOZLU BÖLGESİNDE YAPILAN
METAN DRENAJ ÇALIŞMALARI
VE ALINAN SONUÇLAR

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ZONGULDAK KÖMÜR HAYZASI
KOZLU BÖLGESİNDE YAPILAN METAN
DRENAJ ÇALIŞMALARI VE ALINAN SONUÇLAR

Muammer COŞKUN *

Özet:

Zonguldak kömür havzasında metan drenajı ile ilgili* ciddi çalışmalar 1973 yılında başlamıştır. Uygulamaya Kozlu Bölgesinde kurulan yerüstü maden drenaj tesisi, kuyu içi ve ocağa döşenen boru şebekeleriyle geçilmiştir. Alman sonuçlar olumlu olup şebekenin tüm ocağa uzatılması için çalışmalar yapılmaktadır.

Metan drenajında en önemli işlerden biri uygulama yapılacak panoda delik düzeninin tesbiti ve bu deliklerin uygun bir sondaj makinesi ile delinmesi işlemidir.

Yeteri kadar gaz karışımı ve istenilen oranda metan çıkarılmaya başlandığında bu gazdan faydalanma yolları araştırılacaktır.

Abstract s

First real attempts on methane drainage in Zonguldak Coal Basin have been made in 1973. The application of methane drainage has been possible by the installation of methane drainage plant on surface, laying pipes in the Ali Soydaş shaft and underground roadways at Kozlu Mine. The results obtained have been satisfactory and extension of pipe works have been in progress.

(*) Maden Yüksek Mühendisi, E.K.İ.

One of the important aspects in methane drainage is the determination of borehole pattern and the drilling of these boreholes with a suitable drilling machine.

When sufficient amount of gas-mixture with right percentage of methane has been extracted, then the use of this gas will be investigated.

1. Giriş

Zonguldak Kömür Havzasında derinlere inildikçe kömür katmanlarındaki metan gazı miktarının arttığı bir gerçektir. Bu durumda; etkili bir havalandırma ile üretim panolarının hava dönüş yollarındaki grizu nisbetinin Maden Emniyet Nizamnamesinin öngördüğü sınırların altında tutulması oldukça güç ve bazı hallerde imkânsızdır.

Uzun yıllar yapılan etüd çalışmalarının sonucunda, havzadaki diğer bölgelere nazaran daha derin kotlarda üretim yapan Kozlu Bölgesinde Metan Drenajı uygulanmasına karar verilmiştir.

Metan drenajını anlatmaya geçmeden önce grizuyu tarif etmek yerinde olur : Grizu; kömür katmanları içerisinde oluşan, zamanla tavan ve taban taşı içerisinde sızabilen ve başlıca metan gazı ihtiva eden yanıcı ve patlayıcı gazlar karışımıdır. Grizu genellikle % 80 - 96 oranında metan, % 10-20 oranında nitrojen, % 3 -10 arasında karbon dioksit, % 5 kadar diğer hidrokarbonları (etan, etilen, propan vb.) ve çok az miktarda karbon monoksit ve hidrojen sülfür ihtiva eder. Aşağıdaki değerler tipik bir analiz neticesidir.

Gadar		%	
Metan	CH_4	84.2	} Yanıcı gazlar
Etan	C_2H_6	0.8	
Propan	C_3H_8	0.4	
Hidrojen	H_2	0.02	
		85.42	

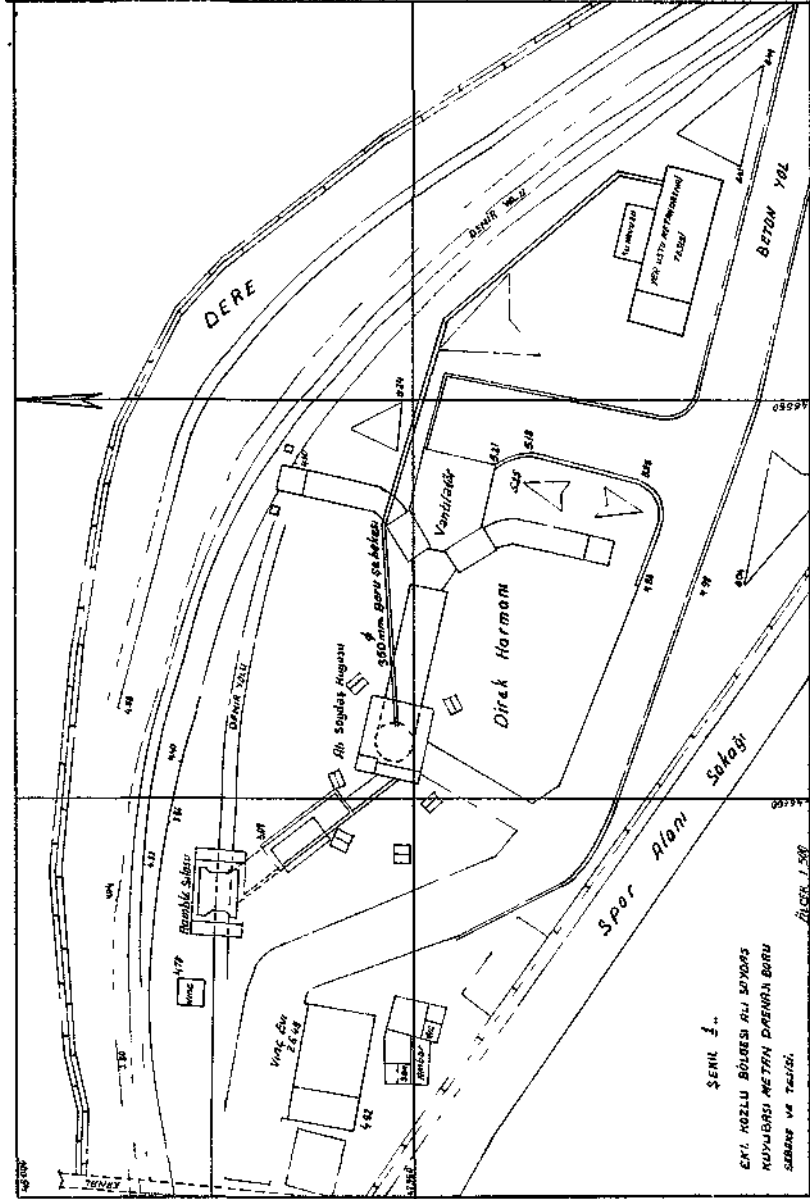
Karbon Dioksit CO ₂	2.5	} yanıcı olmayan gazlar
Nitrojen N ₂	11.9	
Argon	0.18	
	14.58	

Kozlu Bölgesinde metan drenajı ile ilgili ilk ciddi çalışmalar 1973 yılı ortalarına rastlar. Ocakta normal havalandırma ile yenilemeyen grizunun ocak havasına karıştırılmadan emniyetli bir şekilde yerüstünde belirli bir yere kadar taşınması anlamına gelen metan drenajı ile ilgili çalışmaları iki ayrı safhada incelemek gerekir :

- 1) Yeraltı faaliyetleri.
- 2) Yerüstü tesisleri.

Drenaj çalışmalarına Ali Soydaş Ocağından başlamaya karar verildikten sonra gaz borularının döşeneceği kuyu olarak Ali Soydaş kuyusu seçilmiş ve kuyu içerisine 350 mm çapında flanşlı borular döşenmiştir. Bu arada ocak içerisindeki hava dönüş yollarında 300 mm ve 200 mm çapında flanşlı borular döşenmiştir.

Ocaktan gaz emişini gerçekleştirecek olan teçhizat ve cihazların kurulacağı bina Ali Soydaş karosuna (Şekil - 1) yapılmış ve Bölgenin imkânlarıyla İngiltere'den gelen teçhizat ve cihazlar bu bina içerisine monte edilmiştir. Tulumlarla, ocakta ayak tavanlarına delinen deliklerden emilen gaz boru şebekesi ile dışarıya kadar taşınarak tesis bacasından atmosfere atılmaktadır.



Şekil — I

2. Yeraltı Faaliyetleri

2.1. Grizunun bulunuşu.

Taşkömürü madenciliğinde üretimi etkileyen koşullardan biride grizu gazıdır. Bu gaz zaman içerisinde kömürleşme ve birliktede oluşan bir gaz karışımıdır. Arzdaki kıvrılma ve kırılma hareketlerinin etkisiyle kömürün tavan ve taban taşmada sızmış olan bu gaz; üretim esnasında açığa çıkmaktadır. Gazın bir kısmı vantilasyon havasına kaşmakta bir kısmı üretimden sonra meydana gelen tavan boşluklarına sızmakta, arta kalan ise kömür parçaları içerisinde saklı bulunmakta: çok küçük parçalara bölünmedikçe içerisindeki gazı dışarı atmamaktadır.

Bu şartlar altında metan drenajının başarı derecesi, tavan boşluklarındaki grizunun emilme miktarına bağlı olmaktadır.

2.2. Dranaj yöntemleri :

Dünya ulusları arasında muhtelif metan drenajı uygulama şekilleri vardır. Bunlar arasında en yaygın göçük saha üstüne veya altına delinen delikler aracılığıyla yapılan drenaj uygulamasıdır.

Kozlu Bölgesinde bu temel yöntemde çay damarındaki uygulama için iki farklı açıdan yaklaşılmıştır.

a) Taban damarı Hacıpetro içerisinde sürülen galeriden doğru delinen delikler. (Şekil - 3).

Burada en önemli husus, Hacıpetro içerisine sürülen taban yolu ile pano üst taban yolu arasında en az 5 metre kot farkı vardır. Böylece Hacıpetro taban yolundan delinen delikler üst taban yolu ile irtibat sağlamadan pano göçük sahasına ulaşabilmektedir. Hacıpetrodan sürülen taban yolunun boyu takriben 20 metre olup 8 metre kare kesiti geçmez.

b) Tavan damarı piriç içerisinde sürülen galeriden doğru delinen delikler.

Galeri boyu genellikle 20 metreyi geçmez. Kesit 5-8 metre karedir. Galeri pano üst taban yolu seviyesinde sürülür.

Delikler genellikle 5° -10° meyille delinir. Delik boyu 60 - 65 metre arasındadır.

Yukardaki yöntemlerin uygulama zorunluğu panoların dönümlü olarak üretim yapmasından ileri gelmektedir. İletimli olarak üretim yapan panolarda drenaj için gerekli delikler pano üst taban yolu üzerinden delinebilir.

2.3. Metan drenajında deliklerin delinmesi:

Metanın ocak havasına karışmadan tulumbalar vasıtasıyla emilebilmesi için tabaka içerisine delikler delinmesi gerekir. Bu delikler Kozlu Bölgesinde elektrik - hidrolik prensibine göre çalışan sondaj makineleri ile gerçekleştirilir.

2.4. Sondaj makinesi ve özellikleri:

Sondaj makinesi başlıca dört kısımdan oluşur; Güç kutusu, kontrol tablosu, sondaj ünitesi ve kurma elemanları. Yukardaki ilk üç kısım birbirleriyle uygun hidrolik hortumlarla bağlanarak sondaj makinesi çalışır duruma getirilir.

2.4.1. Güç kutusu:

Güç kutusu 64 İt. kapasiteli depo, 2 pompa ve elektrik motorundan ibarettir. Ayrıca sıcaklık ve hidrolik seviyesi kontrol tertibatında bulunabilir. Güç kutusunu sondaj ünitesine bağlamadan da emniyetle çalıştırmak mümkündür. Çünkü pompa çıkışları emniyet valfları ile korunmaktadır. Bağlantısız olarak güç kutusunun uzun süre çalıştırılması ısınmaya sebep olabilir. Depodan emilen hidrolik pompalar vasıtasıyla sıkıştırılır ve devir veya baskı hortumlarından birine aktarılır. Güç kutusunda dikkat edilecek önemli hususlar depodaki hidrolik seviyesi, deponun temizliği, dönüş istikâmetinin doğruluğu ve emniyet valflarının ayarındır.

2.4.2. Kontrol tablosu:

Kontrol tablosunun 3 ana görevi vardır:

- (i) Güç kutusundan gelen basınç altındaki hidroliği almak,

- (ii) Hidroliği istenen göre ve tevzi etmek; Devir veya baskı verme gibi,
- (iii) Geri gelen hidroliği depoya iletmek.

Gç kutusundaki iki pompadan biri sondaj ünitesine deviri diğer i se baskıyı iletir. Bunların kontrolü i se kontrol tablosu üzerindeki valflar vasıtasıyla sağlanır. Hidrolik basıncı i se, kontrol tablosu üzerindeki iki adet manometre ile kontrol edilir. Devir i için gerekli basıncın 105 kg/cm^2 ve baskı i için i se 95 kg/cm^2 yi geçmemesi gerekir.

2.4.3. Sondaj nitesi:

Sondaj nitesi asıl amaç olan delik delge görevini gerçekleştirir:

- (i) Tijleri ileri veya geriye doğru döndürmek.
- (ii) Tijlerin delikte ileri veya geriye doğru hareketlerini sağlamak.
- (iii) Tijlerin makineden deliğe doğru düzgün gitmesini sağlamak.
- (iv) Tijlerin takılması veya sökülmesinde tijleri tutmak.

Sondaj nitesi, gücünü hidrolik motordan alır. Dişli kutusu vasıtasıyla üç ayrı hıza ayar imkânı vardır. Bunlar 54, 87 ve 165 dev./dakikadır. Tijler zerindeki azami baskı 4 ton civarındadır. Tijler deliğe düşük hızda veya yüksek hızda ileri veya geriye doğru verilebilir. Tijlerin sökülmesi veya birbirine ilâvesinde tij tesbit anahtarı kullanılır. Sondaj esnasındaki su devridaimi makine üzerindeki su başlığı ile sağlanır.

Sondaj makinesini tamamlayan kısım kurma elamanlarıdır. Bunlar iki adet teleskopik hidrolik kule ve yeteri sayıda çapraz elamanlardan oluşur. Hidrolik kuleler ocakta tavan taban arasına sıkıştırılır ve sondaj nitesi bunun üzerine kurulur.

2.5. Delik Deline İşlemi:

Delğin ilk 4.5 ile 7.5 metrelik kısmı 115 mm çaplı uçla delinir. Boru şebekesi ile bağlantı sağlamak ve hava emişini asgariye indirmek için delğin bu kısmına ağız boruları yerleştirilir. Ağız boruları 1,5 m. boyunda özel olarak hazırlanmış 76 mm çapında manşonlu borulardır. Delğin geri kalan kısmı 60 ve 65 mm. çaplı vidye kron uçlar kullanılarak delinir. Delik boyu, gazın tavan taşında birikme olasılığının bulunduğu zona kadardır. Bu mesafe çok değişik olmasına rağmen Kozlu Bölgesi için ortalama 50 - 70 metre arasında değişmektedir.

2.6. Ağız Borularının Sıkılanması:

Ağız borularının yeterince sıkılanmaması halinde metan drenajı için yapılan tüm işlemlerin ve harcanan çabaların hiç bir önemi kalmaz. Çünkü iş yerinde emniyeti tehlikeye sokan metan yerine ocak havası emilecek ve sistem amacını gerçekleştirememiş olacaktır. Yukarı doğru meyille delinen deliklerde ağız boruları ilk ve son bağlantı yerlerinden sıkılanır; Bağlantı manşonu üzerine önce ortada kaim kenarlar da ince olacak şekilde eski parça vantüp sarılır. Bunun üzerine delik içerisinde çözülmesini önlemek ve esneklik sağlamak amacıyla kauçuk bant sarılır. Sondaj esnasında geri gelen küçük parçalarla delik iyice sızdırmaz hale gelir. Delik ağızı ayrıca çimento ile sıvamır. Aşağı doğru delinen deliklerde sızdırmazlık, ağız boruları yerleştirildikten sonra içleri ve cidarları çimento enjekte edilerek doldurulur. Çimentonun priz yapmasından sonra delik delme işlemi devam eder.

2.7. Sondajda Suyun Kullanılması:

Sondaj süresince su kullanılması mecburidir. Şartların uygun olduğu yerlerde ocak şebeke suyu (17,5 kg/cm² de 90 lt/dak.) kullanılır, aksi halde 5 hp gücünde elektrik motorlu su pompası kullanılır. Tijlerin içerisinde delik alınma zorlanan su, tijlerin dışından doğru çamur ve pisliğide beraberinde getirir. Birbirine irtibatlı iki fiçi içerisinde dinlendirir-

len su tekrar kullanılır. Ağız boruları içm delinecek mesafede suyun fiçılara alınması pek mümkün değildir.

Bazı ülkelerde fiçuların yerine, fazla miktarda metan gelen deliklerde metan ayırıcı özel depolar kullanılmaktadır. Bu uygulamaya ancak ağız boruları yerleştirildikten sonra geçilir. Depo özel bir hortumla gaz şebekesine bağlanır. Böylece sondaj esnasında delikten fazla miktarda gelen gaz şebekeye iletilmiş olur.

2.8. Sondajda klepeli (*geri döndürmez valf*) Tijlerin kullanılması:

Su pompa vasıtasıyla tijlerin içerisinden delik altına pompalanır. Delik boyu uzadıkça, her tij ilâvesinde delikteki tijlerin içerisinden bulunan suyun tamamen geri gelmesine; bu durum hem zaman kaybına hemde sondaj sahasının ve sondörlerin ıslanmasına sebep olur. Bundan ötürü her 7-8 tijde bir klepeli tij kullanılır.

2.9. Su Toplayıcılar:

Su, gaz deliklerinden doğrudan doğruya gelerek veya gaz ile birlikte gelerek boru şebekesi içerisinde yoğunlaşır. Boru şebekesinde ki bu su genellikle alçak noktalarda toplanır, gaz akışına engel olmaya çalışır. Aynı zamanda şebeke üzerinde sıhhatli ölçü yapılmaması'na engeller. Kozlu'da bu durumu önlemek için özel su toplayıcıları yapılmış ve şebekenin gerekli muhtelif yerlerine takılmıştır.

2.10. Gag miktarının ve metan oranının ölçülmesi:

Delinmesi tamamlanan gaz deliği şekil - 2 de görüldüğü tarzda boru şebekesine bağlanır ve emişe bırakılır. Delikteki gaz geliri ve metan oranı belirli aralıklarla tesbit edilir; Eşit açıklık plakasındaki basınç farkı U-tipi bir manometre ile ölçülür. Muhtelif basınç farklarına göre çizilmiş gelir eğrilerinden deliklerdeki gaz miktarları tesbit edilir. Metan oranı ise metanometre ile ölçülür.

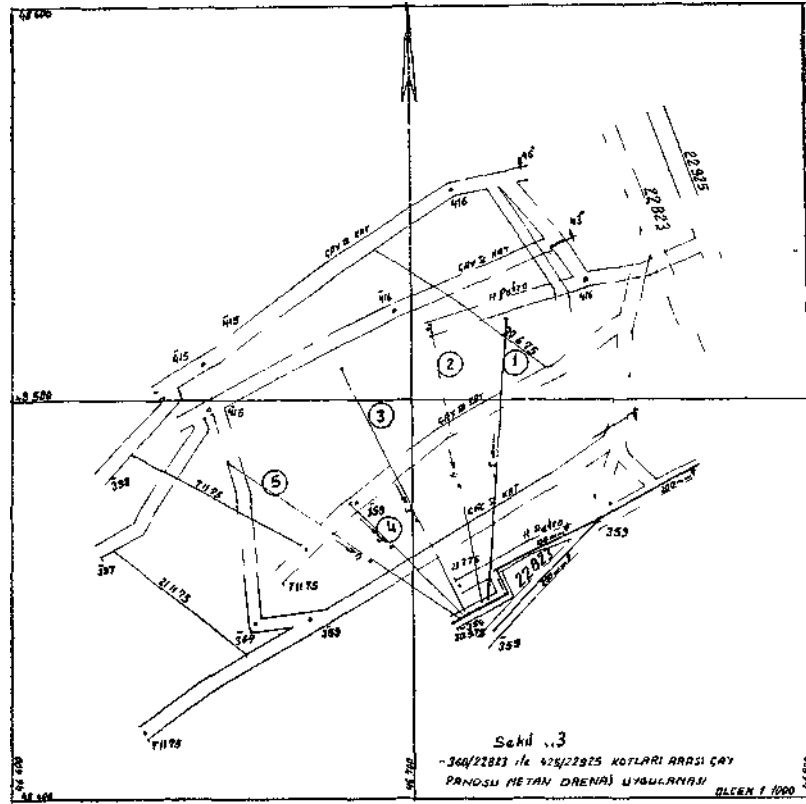
3. Uygulamalar ve Alınan Sonuçlar:

3.1. —360/22823 ile —425/22925 kotları arası Çay Panosu:

Metan drenaj tesisi tamamlandıktan sonra ilk uygulamalardan biri bu panoda yapılmıştır.

Panoda üretim Haziran 1975 de Çay III. katta başlamıştır. Bilahare Çay V. kattanda üretim yapılmıştır. Halihazırda bu panoda üretim II. ve IV. katlardan yapılmaktadır. Günlük ortalama üretim 370 ton olup üretim yöntemi gravite rambleli diyogonal uzun ayaktır. Ortalama damar meyli 50° olup ayak meyli ise 45° civarında tutulmaktadır.

—354 kotunda Hacı Petro damarından sürülen taban yolu üzerinden pano üzerine doğru delinen 5 adet delik (şekil - 3) Kasım 1975 de tesise bağlanarak gaz emilmeye başlanmıştır. 25.11.1975 günü yapılan ölçüler tablo - I de görül-



Tablo — 1

BeHk No.	Belik Boyu (m)	GazMMan (mP/dak)	CH ₄ %	CH ₄ Miktarı (râ?/dWc)	Düşüncele»
1	70	0.55	41	0.23	
2	70	1.35	68	0.92	
3	68,5	1.02	67	0.68	
4	38	1.10	21	0.23	Daha fazla ilerleme yapılamadı
5	68	1.17	49,5	0.58	
Yekûn		5.19	50.8	2.64	

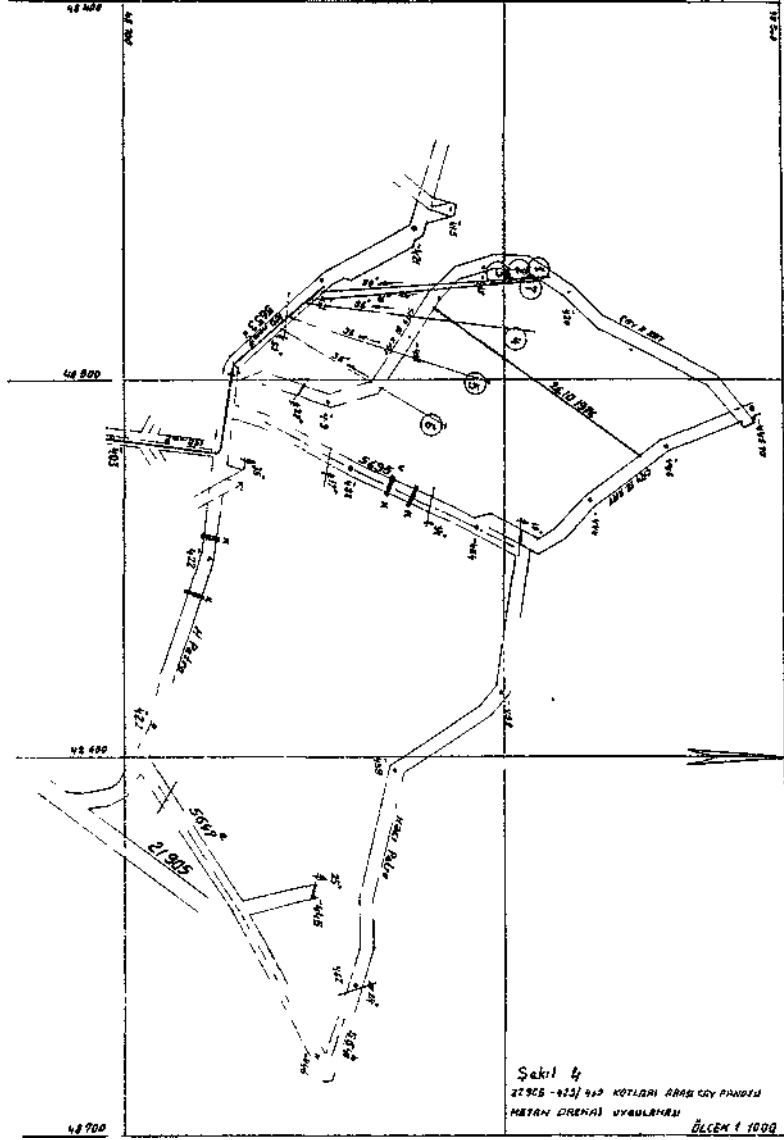
3.2. 22805 —425/—İ60 Kotları arası Çay Panosu:

Pano üretime, Hacipetro damarından —460 kotuna inilen desandre vasıtasıyla hazırlanmış ve Eylül 1976 da II kat üretime geçmiştir. Panonun program üretimi 470 ton/gün'dür. Ortalama damar meyli 25° civarında olup, üretim dönümlü uzun ayak şeklinde yapılmaktadır. Ayak boyu 74 metredir. Ayakta tahkimat ağaç olup çatal direk boyları 2.50 - 3.00 metre arasındadır.

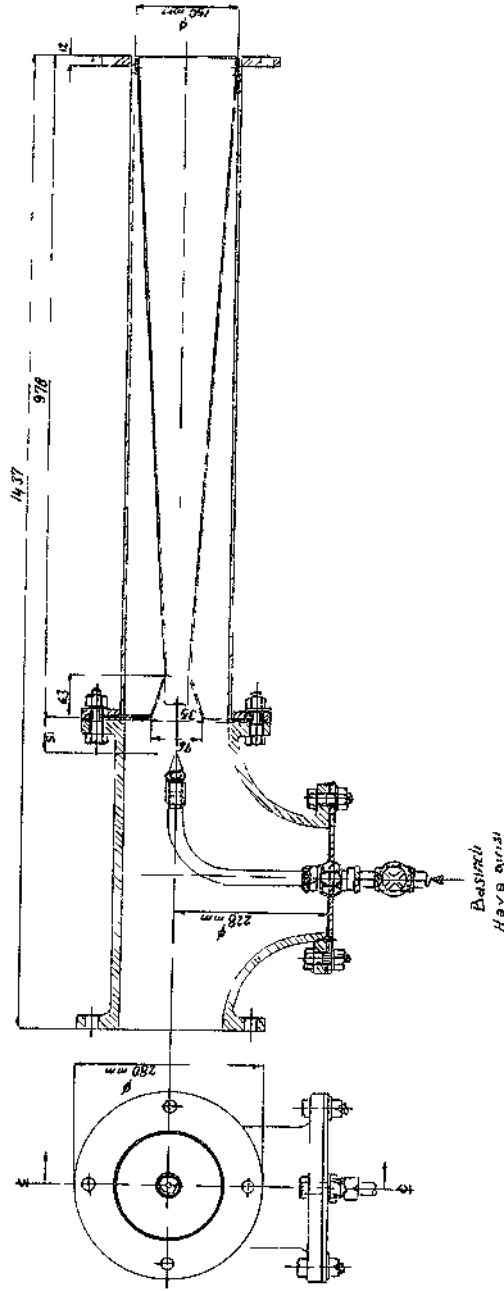
Ayağın üretime geçmesiyle üst taban yolunda grizunun çok fazla yükseldiği görülmüştür. Ayaktan geçen hava miktarı 190 m³/dak. olarak tesbit edilmiş ve bu miktarın yeterli olmadığı görüşüyle hava miktarının artırılması yolları aranmıştır. Pano hava giriş ve çıkış yollarındaki kesit darlıkları giderilmiş dar boğazlar ortadan kaldırılmıştır. Böylece panodaki hava miktarı 450 m³/dak'ya ve CH₄ % 2 nin altına düşürülmüştür.

Hava miktarını daha fazla artırmanın kömürün kızışması yönünden mahsurlu olacağı görüşüyle, grizuyu % l'in altına düşürmek için metan drenajı uygulamaya karar verilmiştir. —425 Hacipetro taban yolundan doğru direkler (Şekil - 4) delinerek 150 mm. çapında borulara bağlanmış ve bu borular hava dönüş nefesliğinden —300 katma çıkarılmıştır. Metan drenajı ana boru şebekesi henüz ocağın bu kısmına kadar uzatılmadığı için, gerekli emiş basınçlı hava ile çalışan Venturi Jet (Şekil - 5.) ile sağlanmıştır. Gazın umumi hava-

ya karıştığı boru çıkışında gerekli emniyet tedbirleri alınmış olup, uygulamaya devam edilmektedir. Bu arada 200 mm. çapında borularla ana şebekeye irtibat sağlamak üzere 2200 metre boru döşeme hazırlıkları yapılmaktadır.



ŞeMİ — 4



Şekil - S

Delinen deliklerden alınan sonuçlar tablo - II'de görülmektedir.

Tablo — 2

Delik No.	Belik Boyu (m)	Gaz Miktarı (ırf/dak)	CH ₄ %	CH ₄ Mktam (m ³ /ctak)	Düşünce!»
1	55.5	0.78	38	0.30	
2	57.0	—	—	—	Verimsiz
3	55.5	—	—	—	Verimsiz
4	38.5	—	—	—	bilahare
5	38.0	—	—	—	[verimli hale
6	57.0	—	—	—	' gelecek
7	57.5	1.58	19	0.30	

4. Yerüstü Tesisleri:

Yeraltındaki faaliyetlerinin verimli sonuç vermesi ancak yerüstündeki tesisin çalışmasıyla mümkün olmaktadır. Bu itibarla tesis hakkında kısa açıklayıcı bilgiler vermek yerinde olur.

Teçhizat ve cihazlar aynı binanın birbiriyle irtibatı olmayan iki ayrı bölmesinde bulunurlar. (Şekil - 5) Bunlardan antigrizu ve kendiliğinden emniyetli olanlar tulumba daire-sinde, kumanda tablosu, elektrik motorları yol verici ve devre kesiciler ise ikinci kısımdadır.

4.1. Emici Tulumbalar:

Tesiste iki adet emici tulumba bulunmaktadır. Şimdilik bunlardan birisi çalıştırılıp diğeri yedekte tutulmaktadır. Yapılan hesaplamalara göre daha uzun süre tek tulumbanın çalışması yeterli olacaktır.

Azami tulumba emme basıncı (vakum) 660 mm civa sütunu olup asgari sınır ise 160 mm. civa sütunudur. Tulum-

baları çalıştıran elektrik motorları 550 Volt 735 devir/dak. ve 120 beygir gücündedir.

4.1.1. Çalışma Prensibi:

Tulumba elips şeklinde bir gövde içerisine yerleştirilmiş serbestçe dönebilen bir rotor ve döndüğü yöne doğru uçlarda meyilli kanatlardan oluşur. Tulumbaya yol verilmeden gövde yarıya kadar su ile doldurulur. Mil çevresinde sızdırmazlık amyant salmastralarla sağlanır ve ısınmayı önlemek için 0.5 kg/cm² basınçta su ile sürekli olarak ıslak tutulur. Tulumba gövdesine; gazla birlikte ayırıcı depoya giden su kadar takviye su verilir. Rotor dönünce gövde içerisindeki su vasıtasıyla yaratılan vakum ile boru şebekesine bağlı olan deliklerden gaz emilir.

4.2. Su Sirkülasyonu :

Su sirkülasyonu 15 H.P gücünde ve 90 İt/dak. kapasiteli pompa ile sağlanır. Soğutma havuzundan pompalanan su iki emici tulumbadan herhangi birini veya aynı anda her ikisini de besleyebilir. Suyun fazlası bir blöf vasıtasıyla tekrar havuza aktarılır. Ayırıcı depolardan çıkan suda havuza verilir.

4.3. Tesisteki Koruyucu ve Kontrol Cihazları :

4.3.1. Su Akış Göstergesi :

Tulumbalara sürekli su akışını sağlamak amacıyla havuz ile su pompası arasına su akış göstergesi konulmuştur. Elektrik kontaklı bu cihaz kumanda tablosu ile irtibatlıdır. Su pompası çalışmadıkça emici tulumbalar yol almadığı gibi, su akışı kesilir kesilmez emici tulumbalarda otomatik olarak stop olurlar.

4.3.2. Akustik Metanomietre :

Akustik metanometre; başlık ve kontrol ünitesi olarak iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Akustik metanometre başlığı, boru şebekesinin tulumba dairesine girmeden içerisinden geçirdiği özel olarak ısıtılarak sabit bir hararete tutulan kabın içerisine konulur. Kontrol ünitesi ise başlıktan gelen sinyalleri metan yüzdesine çevirerek gösterir. Kontrol ünitesi % 40 metan girişine göre ayarlanmıştır. Metan değeri bu oranın altına düşerse, sistem alarm verir ve tesis çalışmaz. Metan oranının % 40 in altında olduğu zamanlar tesis çalışması metan seviyesi rölesinin aşırıya (override) alınmasıyla mümkündür.

4.3.3. Vakum Manometresi :

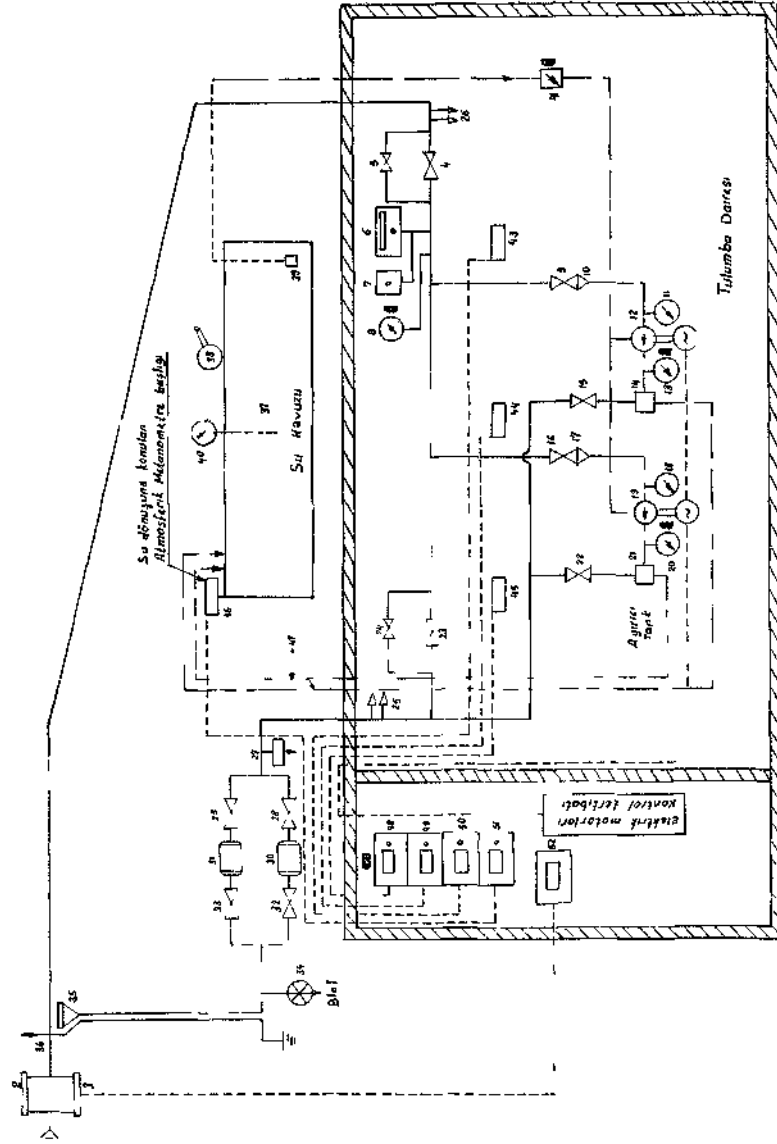
Tulumba dairesine giren şebeke üzerine yerleştirilen bu manometre ocak emiş basıncını gösterir ve elektrik kontaklıdır. Vakum basıncının aşırı derecede yükselmesi, önceden tesbit edilen değere erişince alarm vererek operatörler uyarılarak önlenir.

4.3.4. Kontak Termometreleri :

Emici tulumba gaz çıkışlarına yerleştirilen bu termometreler gaz sıcaklığının çok yüksek değerlere tırmanmasını önler. Genellikle 40°C ye ayarlı olarak tutulur. Gaz sıcaklığı bu değer üzerinde çıktığında tesis stop olur ve alarm çalmaya başlar.

4.3.5. Atmosferik Metanomietre :

Tesisteki gaz kaçağını tesbit etmek ve alarm vererek tesisin daha fazla çalışmasını engellemek amacıyla sisteme konulmuşlardır. Kendiliğinden emniyetli olan ölçü başlıklarından üçü eşit aralıklarla tulumba dairesi tavanma ve dördüncüsünde soğutma suyu dönüşüne yerleştirilmiştir. Bu başlıklar kontrol ünitesinde % 0,3 metana ayarlı kanallara bağlıdır.



Şekil 6 E XI KOZLU BÖLGE
YERÜSTÜ MEYDAN DRENAJ TESİSİ ŞEMATİK DİĞRAMI

Şekil — 6

E.K.İ. KOZLU BÖLGESİ
YERÜSTÜ METAN »RENAJ TESİSİ ŞEMATİK
DİYAGRAMINA (ŞEKİL - 6) AİT AÇIKLAYICI BİLGİLER

- 1) Kuyubaşı tulumba dairesi arası boru hattı.
- 2) Akustik metanometre.
- 3) 6 mm.'ye yakın su sütünü basınç farkı yaratan eşit açıklık plâkası.
- 4) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 5) 76 mm 0 sürgülü vana.
- 6) Gaz akışı, vakumu ve sıcaklık kaydedicileri.
- 7) Madde 6 ile müşterek kullanılan gaz akışı gösterge ve sayacı.
- 8) Alçak basınç diyafram tipi manometre elektrik kontaklı.
- 9) 200 mm. 0 sürgülü vana.
- 10) 200 mm. 0 geri döndürmez vana.
- 11) Vakum manometresi.
- 12) Metan emici tulumba.
- 13) Kontak termometre, 15 volt, kendiliğinden emniyetli.
- 14) Gaz ayırıcı depo.
- 15) 200 mm. 0 sürgülü vana.
- 16) 200 mm. 0 sürgülü vana.
- 17) 200 mm. 0 geri döndürmez vana.
- 18) Vakum manometresi.
- 19) Metan emici tulumba.
- 20) Kontak termometre, 15 volt kendiliğinden emniyetli.
- 21) Gaz ayırıcı depo.
- 22) 200 ram. 0 sürgülü vana.
- 23) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 24) 76 mm. 0 sürgülü vana.
- 25) Çıkış numune alma supabı.
- 26) Giriş numune alma supabı.
- 27) Su toplayıcı.
- 28) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 29) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 30) Alev kesici.
- 31) Alev kesici.
- 32) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 33) 250 mm. 0 sürgülü vana.
- 34) Su Blöfü.
- 35) Gazı dışarı atış bacası.
- 36) Paratoner.
- 37) Su havuzu.
- 38) Şamandra.
- 39) Süzgeç.
- 40) Termometre.
- 41) Su akış göstergesi elektrik kontaklı.

- 42) Atmosferik metanometre başlığı.
- 43) Atmosferik metanometre başlığı.
- 44) Atmosferik metanometre başlığı.
- 45) Atmosferik metanometre başlığı.
- 46) Havuza dönüş boruları.
- 47) Atmosferik metanometre göstergesi, devre kesme ve alarm röleleri.
- 48) Atmosferik metanometre göstergesi, devre kesme ve alarm röleleri.
- 49) Atmosferik metanometre göstergesi, devre kesme ve alarm röleleri.
- 50) Atmosferik metanometre göstergesi, devre kesme ve alarm röleleri.
- 51) Akustik metanometre .kontrol ünitesi.

5. Sonuç ve Öneriler :

Uzun yıllardır Zonguldak Kömür Havzasında uygulanması düşünülen metan drenajı nihayet gerçekleştirilmiş bulunmaktadır. Henüz daha Havzadaki diğer bölgelere uygulama çalışmalarına başlanmamasına rağmen bu yönden en kısa zamanda gerekli girişimlerin yapılacağına inanmaktayım.

Kozlu'da olumlu sonuçlar alınmasına rağmen sistemin en yaygın şekli ile benimsendiği şüphelidir. İlk uygulamanın yapıldığı Ali Soydaş ocağındaki sonuçlar ümpit vericidir. Kuyu çıkışı metan oranı % 0,7 - 0,75 arasında değişirken bugün bu değer % 0,5 - 0,6 arasına inmiştir. Uygulamanın dahada yaygınlaştırıldığı ve üretimi bitip kapatılmış panolardan da grizu emji gerçekleştirildiğinde hava çıkış kuyusu grizu değerlerinin % ; 0,3 - 0,4 arasına düşecek beklenmektedir.

Kozlu Bölgesi toplam metan geliri 100-120 m³/dakika arasında oynamaktadır. Bu değer derinlere inildikçe daha da artması beklenebilir. Hedef; metan drenajı ile hiç değilse bu gazın % 50 sini dışarı atmaktır. Bu durum gerçekleştirildiği ve metan oranı % 40 m üstünde tutulabildiği zaman gaz karışımının yakıt olarak kullanma imkânı da doğmuş olacaktır. Bakir kömürde yapılan bazı küçük çaptaki denemelerin olumlu sonuç vermemesine rağmen ileriki yularda bu tür çalışmaların daha uygun şartlarda yeniden yapılması gereklidir.

Bir yerüstü drenaj tesisi kurulmadan bile mevzii uygulamaların yapılması mümkün olduğundan, bu tür girişimlerin en kısa zamanda diğer bölgelerde başlatılarak olumlu sonuçların alınabildiği görülmelidir.

KAYNAKLAR:

- 1 — GÜNEY, M. : «Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesi kömür katmanlarının Metan kapsamı ve grizu yayılımı» Ankara, 1972.
- 2 — GÜNEY, M. : «Metan, Metan Drenajı ve Zonguldak Kömür Ocaklarında uygulama imkânları» Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik II. Kongresi Ankara, 1971.
- 3 — TURNER, C. W.; MALLEEN J. J. : «Methane Drainage and Utilization at Manton Colliery». The Ins., Min. Engrs February, 1973.

**TURKIYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977.dsı salonu/ankara**

OCAK HAVASININ ETÜDÜ,
GAZ VE KÖMÜR TOZU
PATLAMALARI,
AN! METAN PÜSKÜRMELERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

OCAK HATASININ ETÜDÜ, GAZ VE KÖMÜR TOZU PATLAMALARI, ANİ METAN PÜSKÜRMELERİ

Şerafettin ÜSTÜNKOL*

Tevfik GÜYAGÜLBR **

Özet :

Bu tebliğin amacı, ocak havası, gaz ve kömür tozu patlamaları ile ani metan püskürmelerinin, ayrıntılara inilmeden, önemini anlatmak ve alınacak önlemler hakkında pratik bilgi vermektir.

İnsan solunumuna ilişkin kısa bir girişten sonra ocak havası, içerdiği önemli gazlar, toz, özellikleri ve önleme yolları anlatılmıştır.

Ocak yangınlarının (özellikle kendi kendine yanmaya müsait kömür damarlarında oluşan) ilk safhalarında nasıl belirleneceği ve ocak havasında meydana gelen değişiklikler hakkında bilgi verilmiştir.

Gaz, kömür tozu ile toz-gaz karışımının oluşturduğu patlamalar özellikleri ve önleme metodları ve konu ile ilişkisi olması açısından COWARD üçgenleri tanıtılmıştır.

Son olarak, ocakta derinlere inildikçe karşılaşılma olasılığının arttığı, önemli bir konu, ani metan püskürmeleri, nedenleri, karakterleri ve önleme yolları üzerinde durulmuştur.

Abstract :

The main purpose of this paper is to give information about mine air, mine gases, and coal-dust explosions, mine fires and sudden methane outburst.

(*) Maden Y. Müh. E-K. I. Müessesesi, Zonguldak.

(**) Öğretim Üyesi, Maden Mühendisliği Bölümü O.D.T.Ü., Ankara.

Also brief explanation about human respiration, mine air elements, dust and dust prevention methods is yielded.

How to detect mine fires (especially fires because of spontaneous combustion) at early stages and the effects of these on the mine air is explained.

The explosion of gases, coaldust and gas-dust mixture, and their prevention are studied.

Coward triangles which are related with gas explosibility are explained.

The last but not the least, the reasons for sudden methane outburst, its characteristics and precautions to decrease this potential danger are given.

1. Giriş

Bilindiği gibi başlıca madencilik sorunlarından biri iş kazalarıdır. Ocak kazalarının büyük bir kısmı da yeraltı havasına karışan boğucu, zehirleyici ve patlayıcı gazlarla kömür-tozu patlamaları nedeniyle meydana gelmektedir. Ayrıca, kömür ve özellikle taş tozu bazı tehlikeli hastalıklara sebebiyet vermektedirler. Dolayısı ile ocak havasına karışan bu impuritelere özelliklerini iyice bilmek ve ona göre önlemler almak gereklidir.

Son yıllarda ülkemizde, özellikle Zonguldak Taşkömürü ocaklarında, gaz ve tozun sebep olduğu kazalar giderek artmaktadır. Bunun başlıca nedeni ocakların daha derinlere inmesi ve derinlerdeki kömür damarlarının gaz içeriğinin ve dolayısı ile gaz emisyonunun fazla olmasıdır. Zonguldak'ta bilhassa Acılık, Çay ve Sulu gibi kalın ve gazı bol olan damarlarda bu kazalar sık görülmektedir.

Boğulma ve zehirlenmelerin dışında yukarıda söz edilen kazalar iki şekilde olmaktadır; 1) Gaz ve/veya kömür-tozu patlamaları, 2) ani metan püskürmeleri :

Gaz patlamaları deyince hemen metan gazı patlamaları akla gelir. Yine derinliklere indikçe bu problem artmaktadır. Zira yerin derinliklerinde birikmiş ve yeryüzüne sızamamış metan gazı, sığıklara nazaran daha bol miktarda ocak havasına karışmaktadır.

Ülkemizde kömür - tozu patlamaları pek tanınmamakta-

dır. Kömür-tozu patlamaları daha ziyade taşkömürü ocaklarında meydana geldiğine göre, bu tanınmamanın bir sebebidir yurdumuzun tek taşkömürü havzası olan Zonguldak'm havasının nemli olması dolayısı ile kömür-tozu patlamalarına pek elverişli olmamasıdır. Diğer bir sebep de, kömür-tozu patlamalarının gaz patlamaları ile karıştırılmasıdır. Esas üstünde durulması gereken bu ikinci sebeptir.

Derinliklere indikçe en süratli önem kazanan problem ani metan püskürmeleridir. Zonguldak'ta önceleri görülmeyen ve hiç önem verilmeyen bu konu şimdi oldukça ağırlık kazanmıştır. Zira son yıllarda ani metan püskürmeleri birçok ölümlü kazaya neden olmuştur. Ani Metan püskürmelerinin karakteri iyice bilinip bu konuya önem verilmeye devam edildiği ve gerekli önlemler alındığı sürece kazaların çok azalacağı açıktır.

Kömür ve özellikle taş tozunun neden olduğu pnömokonyoz hastalığı da yurdumuzda önemli bir madencilik sorunu olarak ağırlığını gittikçe artırmakta ve dikkatleri üstüne çekmektedir. Bu yüzden, tozu önlemek ve tozdan korunmak için elden gelen tüm olanaklar kullanılmalıdır.

2. İnsan Sohmümü

Maden atmosferini ve gazları incelemeden önce insan solunumu ve solunumda rol alan gazları hatırlamakta yarar vardır.

İnsan solunum sistemi kanı temizlemek için oksijeni alır ve karbondioksiti geri verir. Tipik bir tanıtma yapmak için aşağıdaki örneği verebiliriz.

Elemanlar	Alınan hava, % hacim	Yerilev hava, % hacim
Oksijen	20,93	16,58
Azot	79,04	79,18
C0 ₂	0,03	4,24

Bu örnekte anlaşıldığı gibi insanın devamlı oksijene ihtiyacı vardır. Aşağıdaki tabloda gösterildiği şekilde solunumun sıklığı ve solunan havanın miktarı, dolayısı ile oksijen sarfiyatı, fiziksel hareketlilik ile artar¹.

Tablo 1 — İnsan. Solunumunda Oksijen ve Hava Teneffüs Miktarları

Hareketlilik	Dakikada nefes sıklığı	Bir nefeste alınan hava miktarı (litre)	Dakikada alınan hava miktarı (litre)	Dakikada kullanılan oksijen (litre)	Akciğerlerin kullanılan bütünü
Dinlenme	12-18	0,4-0,7	4,8-12,6	0,28	0,75
Orta	30	1,5-2,0	45-60	1,96	0,9
Çok şiddetli	40	2,5	100	2,80	1,0

Yukarıdaki bilgilerden solunum için gerekli olan minimum hava miktarını hesap etmek olanaklıdır¹.

Örnek problem : Genel olarak, maden emniyet nizamnamelerine göre havadaki minimum oksijen miktarı % 19,5 olmalıdır. Buna göre, ağır çalışma şartlarında çalışan bir insan için gerekli olan hava miktarı, Q, nedir ?

Çözümü : Önce denge denklemini yazalım;

$$\left(\begin{array}{c} \text{Alınan havadaki} \\ \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Solunumda kullanılan} \\ \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Verilen havadaki} \\ \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right)$$

Değerleri yerlerine koyarsak,

$$\% 21 \times Q - 2,80 = \% 19,5 \times Q$$

$$Q = \frac{2,80}{0,21 - 0,195} = 186,7 \text{ litre/dak. buluruz.}$$

Şimdi de verilen havadaki maksimum CO₂ miktarına göre hesap edelim. Maksimum CO₂ % 0,5 olsun.

İndekse göre hacim olarak CO₂/O₂ = 1 dir.

Solunumda meydana gelen CO₂ = (1) (2,80) = 2,80 litre/dak.

$$\left(\begin{array}{c} \text{Alınan havadaki} \\ \text{CO}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Solunumdan meydana} \\ \text{gelen CO}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Verilen havadaki} \\ \text{CO}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right)$$

$$(0,0003 \times Q) + (2,80) = 0,005 \times Q$$

$$Q = \frac{2,80}{0,005 - 0,0003} = 594 \text{ litre/dak. olarak buluruz.}$$

3. Maden Atmosferi

Normal atmosfer havası oldukça sabit oranlarda olan gazlarla (azot, oksijen, karbondioksit) su buharının karışımından meydana gelmiştir. Kuru ve saf havanın terkibi hemen hemen aşağıdaki gibidir.

	Hacim %	Ağırlık.%
Azot	78,09	75,53
Oksijen	20,95	23,14
Karbondioksit	0,03	0,046
Argon ve diğer nadir gazlar	0,93	1,284

Yeraltına giren temiz hava bazı kimyasal ve fiziksel değişikliklere uğrar. Genel olarak, madene giren atmosfer havasındaki değişiklikler oksijen miktarında azalma ve CO₂ miktarında bir yükselme ile aşağıdaki impuritelerin ilâvesini içerir.

- (1) Zararlı gazlar : Bunlar boğucu, zehirleyici ve patlayıcı gazlar (CH₄, N₂, CO₂, CO, H₂S gibi) veya uranyum ve toryum madenlerindeki radyoaktif gazlardır.
- (2) Zararlı buharlar : Civa, arsenik buharları gibi.
- (3) Tozlar : Cevher, kömür ve taş tozları.

Maden havasının kirlenme derecesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır :

- (1) İşletilen cevher veya kömürün gaz muhtevası,
- (2) Çalışma yerlerindeki havanın miktarı ve hızı,
- (3) İşletilen cevher veya kömürün oksijen absorblama özelliği,
- (4) İşletme metodu.

Gazlar bakımından maden havası üç kısma ayrılabilir : Atmosferik hava, aktif gazlar ve artık gazlar.

«Aktif gaz» terimi zehirli veya patlayıcı özelliğe sahip ve maden havası ile karıştığı zaman tehlikeli olan herhangi bir gaz için kullanılabilir. Örneğin, CH₄, CO ve H₂S aktif gazlardır.

Artık gazlar (veya ölü hava) ise oksijene eşdeğer olması gerekenden fazla miktarda bulunan CO₂ ve N₂'nin karışı-

mıdır. Ölü havanın karışımı çeşitli madenlere göre değişiktir. Bazı madenlerde ölü havanın % 100 emisyonu görülmüştür. Artık gazları daha iyi tanıtabilmek için aşağıdaki örnek problem yapılmıştır.

Problem : Madene giren ve çıkan havanın konsantrasyonunu aşağıdaki gibidir.

	Girena hava %	Çıkan hava %
CO ₂	0,03	0,305
O ₂	20,93	20,340
N ₂	79,04	78,705
OH ₄	—	0,650

Artık gazların yüzde miktarlarını bulunuz.

Çözümü :

% 20, 340 oksijene eşdeğer azot;

$$\% N_2 = 79,04 \times \frac{20\ 340}{20,93} = 76,81 \text{ dir ve}$$

karbondioksit;

$$\% CO_2 = 0,03 \times \frac{20\ 340}{20,93} = 0,0291 < 0,03 \text{ dür.}$$

Dolayısı ile,

$$\text{Atmosferik hava} = 0,03 + 20,34 + 76,81 = 97,18$$

$$\text{Aktif gaz (CH}_4\text{)} = 0,65$$

$$\text{Artık gazlar} = CO_2 + N_2 = (0,305 - 0,03) + (78,705 - 76,81) \\ = 0,275 + 1,895 = 2,170$$

$$\text{Maden havası} = 97,18 + 0,65 + 2,17 = 100,00$$

$$\% N_2 = \frac{1\ 895}{2,170} \times 100 = 87,3$$

$$\% CO_2 = \frac{0,275}{2,170} \times 100 = 12,7 \text{ olarak bulunur.}$$

Maden atmosferinde rastlanılan bazı gazlar özellikleri, kaynakları ve emniyet limitleri ile aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Şimdide bu gazları madencilik açısından biraz daha tanıyalım.

3.1. Gazlar

a. Oksijen

Maden havasının oksijen miktarı insan ve hayvan solunumu, lambaların yanması, organik ve inorganik materyalin yavaş oksidasyonu ve maden gazlarının havaya karışması dolayısı ile azalır. Bu azalmanın insan ve lambalar üzerindeki tesirleri şöyledir.

- % 21 Oksijen : Kolay nefes alış veriş.
- % 19 Oksijen Hiç bir tesir hissedilmez.
- % 17 Oksijen Normalden biraz daha hızlı ve derin nefes alma. Mumlar ve benzin lambaları söner.
- % 15 Oksijen Nefes alma zorlaşır. Baş dönmesi ile kulaklarda uğultu başlar. Kalp çarpıntısı hızlanır.
- % 13 Oksijen Fazla kalınırsa insan kendinden geçer. Şuurunu kaybeder.
- % 10 Oksijen Nefes alma çok 'zorlaşır. Hayat tehlikelidir.
- % 9 Oksijen Baygınlık ve şuuruzluk vuku bulur.
- % 7 Oksijen Hayat büyük ölçüde tehlikelidir. (8.5 km yüksekliğe eşdeğer).
- % 6 Oksijen Çırpınma hareketleri ve ÖLÜM.

Oksijen gazının havadaki miktarını tesbit etmek için Fyrite Dedektörü, MSA Portatif O_2 indikatörü, Riken Gaz Indikatörü ve O_2 analiz edicileri gibi modern aletlerden faydalanılabilir. Ayrıca oksijen miktarı % 16,2'ye düştüğü zaman mumlar ve emniyet lambaları; % 16,1'e düştüğü zaman açık alevler ve % 12,5'e düştüğü zaman karpit lambaları söner. Bunlarda oksijen miktarının tâyininde kullanılabilir.

b. Karbondioksit

Karbondioksitin, CO_2 , büyük bir kısmı kömür damarlarından ve civarındaki taş tabakalarından ve çürümekte olan

ağaç tahkimattan gelir. Geri kalan kısmı insan ve hayvan solunumundan, alevli lambaların yanmasından ve organik materyalin ayrışmasından meydana gelir. Kömürden ve taş tabakalarından gelen CO₂ emisyonu tedricidir ve tehlikeli değildir. İstisnalar göz önünde bulundurulmalıdır.

Herhangi bir gaz veya kömür - tozu patlaması veya yangın varsa ocak havasındaki CO₂ miktarı oldukça artar. Böyle zamanlardaki CO₂ geliri madenden madene değişebilir.

Karbondioksitin insan solunumu üzerindeki tesirleri şöyledir :

- % 1 CO₂ Nefes alma oldukça sıklaşır.
- % 2 CO₂ Nefes alış verişi % 50 artar.
- % 3 CO₂ Nefes alış verişi % 100 artar.
- % 5 CO₂ Nefes alış verişi % 300 artar.
- % 6 CO₂ Halsizlik belirtileri başlar. Nefes alma çok zorlaşır.
- % 10 CO₂ Bir kaç dakikadan fazla dayanılmaz. Ölüm vuku bulur.

Yukarıdaki değerler dinlenme durumundaki insan içindir. Karbon dioksitin çalışan insan üzerindeki etkileri çalışma derecesine göre artarak şiddetlenir.

Karbon dioksiti ölçebilmek için Fyrite Dedektörü ve Riken İndikatörü gibi aletlerden faydalanılabilir. Ancak alevli lambalar da bu iş için kullanılabilir. Bu gaz havadan ağır olduğundan özellikle tabanda toplanır. Onun için lambayı yukarıdan aşağıya doğru gezdirmek gerekir. % 1,5 CO₂'de sönen bir lambayı tekrar yakmak güçtür. CO₂ miktarı % 3 - 4 olduğu zaman benzin ve yağ lambaları söner. Ancak, havanın hareketliliği ve havadaki oksijen azlığı bu değerleri düşürür. Havanın CO₂ içeriği daima lamba alevi üzerine insan üzerine olduğundan daha kuvvetli etki eder. Bolayısı ile eğer bir benzin lambası yanmağa devam ediyorsa orada insanda tehlikesizce nefes alabilir.

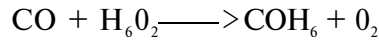
c. Karbonmonoksit

Yeraltında en çok dikkat edilmesi gereken gazlardan biridir. Çünkü hem yangın habercisidir, hemde çok zehirleyicidir. Ayrıca patlayıcıdır.

Tamamlanmamış herhangi bir yanma karbonmonoksit, CO, üretir. Onun için CO özellikle ocak yangınlarından, kömür tozu ve metan gazı patlamalarından, lağım atmalardan ve dizel motorlarından ortaya çıkar.

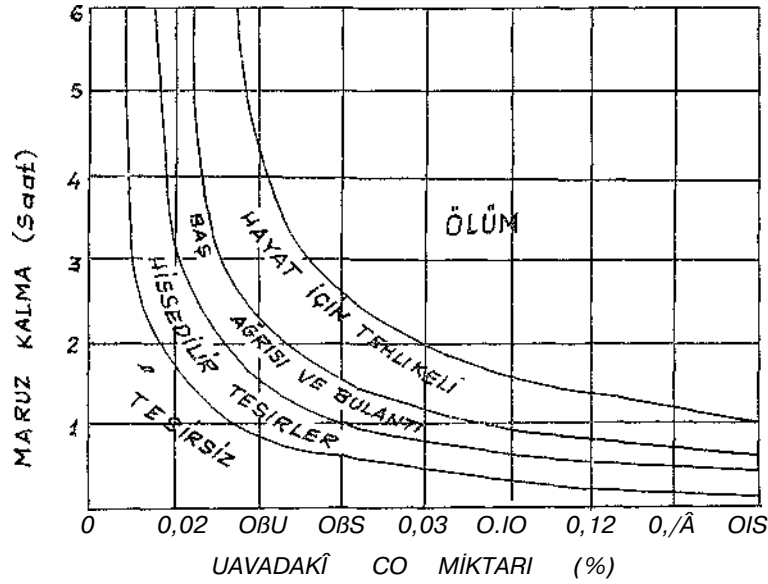
Karbonmonoksitin zehirleyici özelliği kandaki hemoglobinin kendisine olan aşırı düşkünlüğünden ileri gelir. Normal olarak, hemoglobin oksijenle birleşir. Fakat bulunduğu zaman karbonmonoksiti tercih eder. Bu tercih oksijene nazaran 250 - 300 defa daha fazladır.

Meydana gelen kimyasal reaksiyonun denklemi :



Görüldüğü gibi oksijen açığa çıkmaktadır. Dolayısı ile vücut oksijen kaybına uğrayarak zehirlenir. Hemoglobin % 70 - 80, CO ile birleştiğinde ölüm vuku bulur.

Karbonmonoksitin dinlenme halinde bulunan insan üzerindeki tesirleri Şekil - I'de gösterilmektedir. Çalışan insan üzerindeki etkiler daha da şiddetlidir.



Şekil-i- Karbonmonoksitin dinlenme durumunda insan üzerindeki etkileri.

Bu sekile göre dinlenme halindeki bir şahıs % 0,01 karbonmonoksiti bir kaç saat teneffüs ederse herhangi bir etki hissetmez.

Fakat CO yüzdesi 0,1 olduğu zaman zararsız olabilen zehirlenme belirtileri görülür. % 0,15 - 0,20 olduğu zaman şiddetli zehirlenme olayı görülür ve % 0,5 civarında insan 20-30 dakika içinde ölür. Bir maden havasında CO miktarı normal olarak % 0,0016 mn üzerine çıkmamalıdır.

Karbonmonoksiti ölçebilmek için eskiden kanaryalar kullanılırdı. Çünkü kanaryaların karbonmonoksite olan hassasiyetleri insandan çok fazladır. Az miktarda CO teneffüs ettikleri zaman hemen ölürlür. Şimdi ise birçok modern yöntemlerden ve aletlerden yararlanılmaktadır. Bunlardan başlıcaları palladyum kloridli dedektörler, kalorimetre dedektörleri, iyod pentoksit dedektörleri, CO indikatörleri (Hopkalite Katalizörlü) ve enfraruj prensibiyle çalışan analiz edicilerdir.

d. Metan

Yeraltının en önemli ve tehlikeli gazı metandır. Kömür olan her yerde bulunan ve devamlı intişar eden son derece patlayıcı ve boğulmağa sebebiyet verici bir gazdır.

Metan gazı, CH_4 , ile havanın karışımına «grizo» da denilmektedir. Buna çok az miktarda etan ve etilen gibi bazı hidrokarbonlarda dahildir.

Metan gazı kömür ile aynı zamanda teşekkül eder. Serbest gazın bir kısmı kömürün ve kömürün civarındaki taş tabakalarının gözenek ve çatlaklarına dolar. Fakat metanın büyük bir kısmı kömür tarafından adsorplanır ve absorblanır. Adsorplanan gaz gözenekli kömür veya taşın yüzeyine sıkıştırılmıştır. Absorblanan gaz ise kömürün kendi içindedir.

Metan gazı kömür kazısı esnasında kısmen havaya karışır. Bu üç şekilde olur;

- (1) Kömür veya taşın gözle görülemeyeceği kadar küçük gözeneklerinden gelen tipik ve sürekli gaz emisyonu;

- (2) Görülebilir çatlaklar ve deliklerden gelen ve çoğunlukla uzun zaman devam eden gaz emisyonu;
- (3) Çok miktarda kömür ve taş kütleleriyle beraber gelen ani ve büyük gaz püskürmesi (ani degajman olayı da denir) bu boşalma ekseriya sadece bir an sürer.

Metan emisyonu madenin derinliği ile artar. Çünkü derinlerde biriken metan yeryüzüne sızma olanağı bulamamıştır.

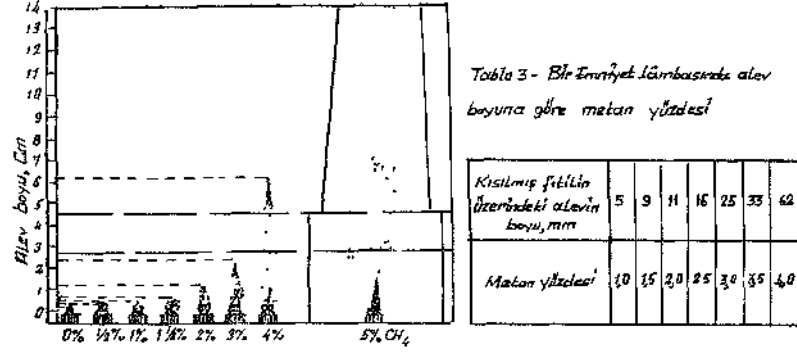
Metan renksiz, tatsız, kokusuz ve zehirsizdir. Havadan hafiftir. Tavanda toplanan CH₄ tehlikelidir. Çünkü hem patlayıcıdır hem de havanın oksijen içeriğini azalttığı için boğulmağa sebebiyet verir. Metan belirli sınırlar dışında yanıcıdır.

Metanın yanma şiddeti havadaki oksijen ve CH₄ miktarına bağlıdır. Metan havada % 5 den az olduğu zaman, tutuşturucu bir ısının tesiriyle, sadece .mavi bir alevle yanar; % 5,5 - 6 arası patlayıcı olmağa başlar, % 15 veya daha fazla olduğu zaman patlayıcı olma özeliğini kaybederek tekrar yanıcı olur. Yani % 5,5 -15 arası patlayıcıdır ve bu özelliği % 9,5 de maksimuma ulaşır.

Gaz patlamaları insanlar ve madenler için çok tehlikelidir. Dolayısı ile ocaklarda gaz patlamalarına karşı özel önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerin amacı havanın metan içeriğini azaltmak ve patlamalara engel olmaktır. Metan patlamalarından ve gerekli önlemlerden ileride daha ayrıntılı söz edilecektir.

Gazlı madenlerin gazsız olanlara oranla daha fazla temiz havaya gereksinmeleri vardır. Metan miktarı panolarda % 1'i, çıkış havasında ise % 0,75'i aşmamalıdır. Eğer bir iş yerinde CH₄ miktarı % 2'yi bulursa iş durdurulmalı ve işçiler orayı terk etmelidirler.

Havanın metan içeriği en az vardiyada iki defa kontrol edümelidir. Metanı ölçmek için yakın zamana kadar petrol-lü emniyet lambaları kullanılmıştır. Halen bazı ocaklarda kullanılmaktadır. Lambanın alevi metan konsantrasyonuna göre uzayıp kısalmır. Şekil - 2 ve Tablo - 3'de bu durum açık-



Şekil 2 - Kısıt alevli bir emniyet lâmbası ile gaz kontrolü yapıldığı zaman alev boyu

lanmaktadır. Şimdi ise metanı ölçmek için birçok modern metod ve aletler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları Wheatstone köprüsü metoduna göre çalışan MSX M-6 ve MSX W-8 dedektörleri, MSÂ Explasmetreleri, Riken idikatörleri, Analiz ediciler ve ORSAT Aparatlarıdır.

e. Azot Oksitleri

Azot oksitleri N_2O , NO , NO_2 , N_2O_4 , N_2O_3 , ve N_2O_5 gibi lâğım sonrası gazlardır. Bunlardan sadece nitroz oksit, N_2O , zararsızdır. En zehirlileri de nitrik oksit, NO , ve azot dioksit, NO_2 , dir.

Nitrik oksit lâğım atma esnasında meydana gelir ve havanın oksijeni ile birleşerek son derece zehirli bir gaz olan azot dioksiti meydana getirir. Bu gaz gözlerin, burnun, boğazın ve akciğerlerin saydam zarlarını tahriş eder.

Azot oksitlerinin havadaki miktarı % 0,004 den az olduğu zaman insan sağlığını tehdit etmez. % 0,004 - 0,08 arasında tehlikelidirler. % 0,08'in üzerinde ise öldürücü olabilirler. Dolayısı ile, lâğım atıldıktan sonra lâğım atılan yer iyice havalandırılmadan oraya insan girmemelidir.

Azot oksitlerini tespit etmek için MSA Sulfanilik Asit metodu ile potasyum iyodür, Ki, ve nişasta karışımından ya-

puan turnusol kâğıtları kullanılır. Mavi renkteki turnusol kâğıtları azot oksitli ortamda gri renge dönüşür.

f. Hidrojen Sülfid

Hidrojen sülfid, H_2S , kuvvetli çürük yumurta kokusunda çok zehirli bir gazdır. % 0,1 ve daha fazla H_2S içeren bir havayı teneffüs etmek insanı öldürebilir. Havadaki H_2S miktarı % 4,3 - 45,5 arası olduğu zaman karışım patlayıcıdır. En kuvvetli patlama % 14,2 noktasında vuku bulur.

H_2S gazı çürüten ağaç tahkimattan, tabakaların çatlak ve oyuklarından neşredilir. Kükürtlü maddelerin ayrışmasından meydana gelir.

Havadaki H_2S miktarı çok az olduğu zaman bile karakteristik kokusu hissedilir. Suda son derece eriyici olduğundan H_2S kokan sulara dikkat edilmelidir.

Hidrojen sülfid tipik kokusundan tanınabildiği gibi MS A dedektörleri, gümüş siyanid ve kurşun asetatlı turnusol kâğıtlarıyla da teşhis edilebilir. Beyaz renkteki gümüş siyanitli turnusol kâğıdı H_2S içeren bir ortamda gri renge; gri renkteki kurşun asetatlı turnusol kâğıdı ise kahverengine dönüşür.

g. Kükürt Dioksit

Kükürt dioksit, SO_2 , son derece zehirli bir gazdır. Özellikle gözlerin saydam tabakasını tahriş eder. Sadece % 0,05 SO_2 içeren bir havayı kısa bir müddet teneffüs etmek insanı öldürebilir. Yanıcı ve yakıcı bir gaz değildir.

Maden yangınlarından, lâğımdan, dizel lokomotiflerden ve kükürt cevherinin yanmasından teşekkül eden oldukça ağır bir gaz olan SO_2 suda kolayca eriyebilir. Ocak havasında çok az miktarda bulunur. MSA Dedektörleri ile tanınabilirler. Ayrıca mavi renkteki nişasta iyodidi beyaza çevirmesi ile de tanınabilir.

3.2. Tozlar

Madencilik cevher, kömür veya taşı kırıp parçalamak işlemini içerir ve bu tozlu bir işlemdir. Tozun bir kısmı yer-

altı-çalışma yerlerinde çökelir, bir kısımda hava ile birlikte dışarı çıkar.

Tozlar zararlı fizyolojik tesirlerine ve patlayıcı özelliklerine göre şöyle sıralandırılabilir :

- (1) Solunum sistemine 'zarar veren tozlar; silika, silikatlar, kömür ve Sn, Fe gibi bazı cevherler.
- (2) Zehirleyici tozlar; Be, Hg, Pb, As gibi.
- (3) Radyoaktif tozlar; Uranyum, radyum ve toryum.
- (4) Patlayıcı tozlar; kömür, Mg, Al, Zn, Fe gibi bazı metaller ve kükürt cevheri.
- (5) Nötr tozlar; kalker.

3.2.1. Toz Kavrama

i. Tozun Tanımı ve Fiziksel Özellikleri

Toz, yersel maddelerin mekanik işlemler sonucu küçük parçacıklar haline dönüşmesiyle meydana gelir. Bu işlemler, bünye yapısı ana maddenin aynı kalmak şartıyla mikroskopla dahi görülemiyem büyüklükten çıplak gözle görülebilir büyüklüğe kadar muhtelif boyutlarda tozun üremesine neden olurlar.

Katı bir madde toz meydana getirmek üzere parçalandığı ve havaya dağıldığı zaman iki önemli değişiklik görülür; (1) toplam yüzey alanı ve (2) ana maddenin hacmına nazaran dağılmış maddenin kapladığı hacim çok artar. Birim kütle başına düşen geniş yüzey alanı ve bunun neticesinden doğan yüksek hava direnci dolayısı ile havadaki toz tanecikleri normal yerçekimi kanunlarına uymaz ve artan bir hızla yere düşmez. Sonuç olarak, havadaki toz süspansiyonları hatırı sayılır derecede kararlıdırlar ve bu kararlılıkları uzun zaman sürebilir. Böyle bir süspansiyondaki toz konsantrasyonu havanın metrekübünde miligram (mg/m^3) veya santimetre küpünde tane sayısı (tane/cm^3) olarak ifade edilir.

ii. Yeraltı Toz Kaynakları

Bir işlem toz meydana getiriyorsa buna primer veya birincil kaynak adı verilir. Eğer bir işlem mevcut tozu havaya kaldırır ve dağıtır ise buna sekonder veya ikincil kaynak denir. Maden havasındaki tozun iki ana kaynağı vardır : (1) dışarıdaki atmosferden madene temiz hava ile gelen toz ve (2) yeraltı işlemleri sonucu meydana gelen toz.

Toz meydana getiren madencilik çalışmaları azalan önem sırasına göre aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi sınıflandırılabilir. (2)

Tablo 4 — Toz oluşturan işlemler

İşlem	Birincil Kaynak	İkincil Kaynak
Lâğım atma, göçertme	+	+
Kömür kazı	+	—
Delik delme	+	0
Posta alma, yükleme	—	+
Araba tumba etme	—	+
Kömür kaydırma	—	+
Ramble yapma	—	+
Nakliyat	0	—
Tahkimat	0	—

(+) sembolü önemli bir kaynağı, <(—) sembolü orta derecede önemli bir kaynağı ve (0) sembolü de önemsiz bir kaynağı işaret eder.

3.2.2. *Tomn.* İnsan Üzerindeki Etkileri

Endüstride, özellikle yeraltı kömür ve metal madenlerinde işçiler çeşitli tozlara, dumanlara ve buharlara maruz kalırlar. Belirli tozların teneffüs edilmesi bazı hastalıklara yol açar. Bunların arasında inorganik tozların sebep olduğu pnömokonyoü en yaygını ve en önemlisidir. Ülkemizde madenci hastalığı deyince akla bu hastalık geldiğinden biz burada sadece pnömokonyozdan bahsedeceğiz.

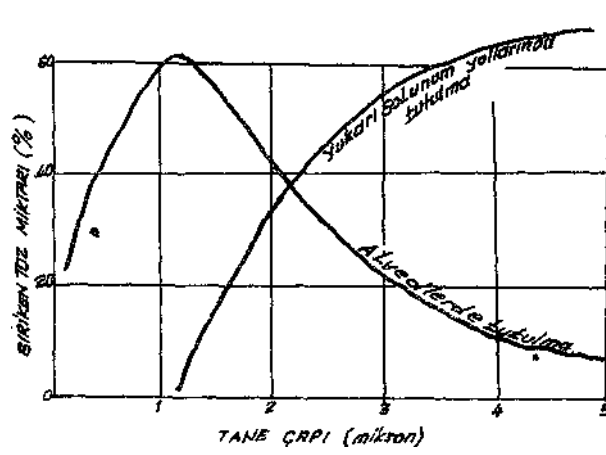
Latince «Pneumon» akciğer ve «Conis» toz manasına gelmektedir. Pnömokonyoz deyimi buradan türemiştir ve toza maruz kalmaktan meydana gelen her türlü akciğer hastalığına genel olarak bu isim verilmektedir. 1971 Eylül ayı-

da Bükreş'de (Romanya) Uluslararası İşçi Dairesi (ILO) tarafından yapılan 4 neü Uluslararası Pnömkonyoz konferansı pnömkonyozu şöyle tarif etmiştir. «Pnömkonyoz, tozun akciğerlerde birikmesinin ve akciğer dokularının bu toza reaksiyon göstermesinin neticesidir.»

Tıbbi bakımdan pnömkonyoz hastalığının ne önlenmesi nede tedavisi henüz mümkün değildir. Ancak, ya tozun meydana gelişini önlemekle ya da tozu mümkün olduğu kadar kaynağına yakın bir yerde bastırmakla hastalığın önüne geçmek olanak dahilindedir. Toz konsantrasyonunu temiz havadaki seviyeye indirmek de mutlaka şart değildir. Zira insan vücudu muayyen bir sınıra kadar toza karşı koyabilir ve ancak konsantrasyonu bu sınırı geçtiği zaman hastalık başlayabilir. Bu limit değer tozun kimyasal yapısına göre değişir. Örneğin, en tehlikeli pnömkonyoz tipi olan silikoz'-da toz ne kadar fazla serbest silika, SiO_2 , içeriyorsa hastalık o kadar erken başlar ve o kadar şiddetli olur.

Tehlike sadece tozun miktarı ile ilgili değil ayrıca tane büyüklüğü ile de ilgilidir. Çünkü belirli bir sınırdan aşağı büyüklükteki toz taneleri hastalığa sebebiyet verebilir. Tozun bir kısmı solunum organları tarafından tutulurlar. Âğız ve burundaki tozlar tükürük ve sümükle dışarı atılırlar. Nefes yollarında tutulan tozlarda bu organların cidarlarını kaplıyan kirpikli epitelyum tarafından ağıza doğru itilirler ve tükürükle dışarı atılırlar.

Solunum organlarında tutulan tozun yüzdesi ve tutulmadan indiği derinlik tozun tane büyüklüğü ile ilgilidir. İri taneler üst solunum yollarında tutulurlar. Sadece en küçük tanecikler akciğerlere ve alveollere ulaşabilirler. 5 -10 mikrondan büyük tanelerin nefes yollarında tutulma oranının % 100 kadar olduğu ispatlanmıştır. Tozun tane büyüklüğü küçüldükçe nüfuz ettiğini derinlik artar. Fakat büyüklük 0,2 mikrondan az olunca bu tanecikler havanın bir parçası imiş gibi hareket edebilirler ve hava ile birlikte tekrar dışarı çıkabilirler. Dolayısı ile, tozun alveollere en fazla nüfuz edebilen ve orada tutulan bir optimum büyüklüğü olması gerekir. Deneylein gösterdiğine göre alveollerde birikme ile tane çapı arasındaki ilişki Şekil - 3'deki gibidir.



ş e ^iLM. Târfg éüyü<igü ite GjJ.veo//erv/g y& ytr&a/-/ SaJLu/iun ye//tr'vtt&cı

Şekilde görüldüğü üzere alveollerdeki maksimum birikme 1 ve 2 mikron arasındadır ve 0,2-0,3 mikron civarında minimume düşüş vardır. 5 mikrondan büyük tanelerin yukarı solunum organlarında tutulma oranı yüksektir. Fakat azalan büyüklükle birlikte bu da hızla azalır ve 1 mikron civarında sıfıra çok yaklaşır.

3.2.3. Numtune Alınması ve TOÜ Sınırları

Yukarıda söz edilen nedenlerden dolayı, toza karşı önlemler almadan evvel tozun konsantrasyonunu, ortalama tane büyüklüğünü ve kimyasal yapısını belirlemek için tozlu havadan numuneler almak gereklidir. Numune alma işleminde tozun kimyasal yapı, konsantrasyon ve tane büyüklüğü bakımından kendisini temsil edebilecek küçük bir kısmı havadan numune alıcı alet tarafından alınır. Numuneler üzerinde yapılan laboratuvar çalışmaları çeşitli toz karakteristikleri ortaya koyar. Değişik ülkelerde değişik numune alma metodları ve aletleri kullanılır. Dolayısı ile her ülkede kabul edilen toz standardı kullandığı alet ve metoda göre değişiktir. Türkiye'de henüz kabul edilip uygulama safhasına ko-

nan böyle bir standart yoktur. Tablo - 5'de bazı ülkelerde kabul edilen toz standartları görülmektedir. (3)

3.2.4. Tozan Önlenmesi Hattında Bazı Öneriler

Maden atmosferindeki toz konstanrosyonunu düşürmek için genel olarak şu önlemler alınmalıdır :

- 1 — Lâğımlarda ve tabanlarda sulu delik delmelidir.
- 2 — Ayaklarda olanaklı ise arma su enjekte ederek çalışılmalıdır.
- 3 — Transfer noktalarında ve ayakdibi oluklarında tozu bastırmak için su fisketeleri tesis edilmelidir.
- 4 — İş yerlerine gelen havanın önceden kirlenmesine engel olunmalı; olanak nispetinde temiz hava gelmesine çalışılmalıdır.
- 5 — Lâğım deliklerine sıkılma maddesi olarak içi toz emen kimyevi maddelerle doldurulmuş kartuşlar kullanılmalıdır.
- 6 — Ayak içindeki dar kesitleri genişletmelidir. Zira bu kesitler hem havayı boğarak yeteri kadar gelmesine engel olur, hem de havanın hızını artırarak toz kaldırılmasına sebep olur.
- 7 — Başyukarı, taban, lâğım veya desandri gibi yerlerde vantüp veya hava borusunun mümkün olduğu kadar arma yakın olması lâzımdır.
- 8 — Kuru ve tozlu yollar ve ayak içlerindeki insan geçen tozlu bürler sık sık temizlenmeli veya suyla yıkanmalıdır.
- 9 — Kaim damarlar katlar halinde çalışıldıkları zaman tavan ayakların arka kısmına su verilmelidir. Böylece taban ayakların tozlanması azaltılmış olur.
- 10 — İşçiler toz ve tozun zararlı tesirleî hakkında aydınlatılmalıdır. Bu onların kendilerini tozdan daha iyi korunmalarına ve mümkün olduğu kadar az toz çıkararak çalışmaya dikkat etmelerine yardım eder.
- 11 — Gerektiği yerlere toz yakalama aygıtları konmalıdır.

Tabla — 1

YATIMIM GİDERLEEİ TÜRLEİ	İŞLETME YÖNTEMİ			
	Sifovel - Kamyon (Draglayn)	Shovel - Demiryolu (Draglayn)	Shovel - Seyyar Kırıcı (Draglayn)	Shovel • Kamyon - Sabit Kırıcı (Dragtoyo)
1. Arazi İstimlâki				
2. Teçhizat				
2.1. Ana Maden Makûıalan				
a) Zemin hazırlama	— Delme makinesi — Ateşleme araçları	— Delme makinesi — Ateşleme araçları	— Delme makinesi — Ateşleme araçları	— Delme makinesi — Ateşleme araçları
b) Kazı ve yükleme	— Shovel — (Draglayn)	— Shovel — (Draglayn)	— Shovel — (Draglayn)	— Shovel — (Draglayn)
c) Taşıma	Kamyon	— Demiryolu hattı — Lokomotif — Vagon	— Seyyar kırıcı — Bandlı konveyör — Aktarma köprüsü — Aktarma istasyonu	— Kamyon — Bandlı konveyör — Sabit kırıcılar ve ilgili teçhizat
d) Dökme	—	— Demiryolu hattı — Dökme mekanizması	— Aktarıcı (Tripper Car) — Aktarma köprüsü — Yayıcı (Spreader)	— Aktarıcı (Tripper Car) — Aktarma köprüsü — Yayıcı (Spreader)
e) Düzeltme	Dozer	Dozer	Dozer	Dozer
2.2. Yardımcı Teçhizat				
— Drenaj	— Tulumba ve boru hattı	— Tulumba ve boru hattı	— Tulumba ve boru hattı	— Tulumba ve boru hattı
— Yükleme	— Dozer	— Dozer	— Dozer	— Dozer
— Taşıma	Yol Yapımı ve Batan Teçhizatı	Demiryolu Yapı ve Batan Teçhizatı	Bandlı Konveyör Hattı ve Bakım Teçhizatı	Yol ve Bandlı Konveyör Hattı Yapım ve Bakım Ekipmanı
2.3. Atelye Teçhizatı	— Grader, dozer — Sulama kamyonu — Yağlama kamyonu — Yakıt kamyonu	— Vinç, trailer — Demiryolu montaj ve demontaj teçhizatı — Diğer ekipman	— Vinç, trailer — Konveyör germe teçhizatı — Konveyör çekme teçhizatı — Konveyör hattını temizleme ekipmanı	— Grader, dozer — Sulama, yağlama ve yakıt kamyonu — Vinç, trailer — Konveyör germe ve çekme tertibatı
2.4. Enerji Nakil Hattı, Işıklıandırma ve Haberleşme Teçhizatı	— Trafo, enerji nakil hattı, ışıklandırma ve haberleşme teçhizatı	— Trafo, enerji nakil hattı, ışıklandırma, haberleşme, demir, yolu sinyal verme	— Trafo, enerji nakil hattı ışıklandırma, haberleşme	— Trafo, enerji nakil hattı ışıklandırma, haberleşme
3. Binalar ve Sosyal Tesisler				
3.1. Atelye, Garaj, Tamirhane	— Kamyon tamir bakım yeri — Diğer dizel makine tamir yeri — Atelye binası	— Lokomotif tamir bakım yeri — Diğer dizel makine tamir yeri — Atelye binası	— Konveyör parçalan tamir, bakım yeri — Dizel makinaların tamir bakım binası — Atelye binası	— Kamyon tamir bakım yeri — Sabit kırıcı binası — Dizel ekipman tamir binası — Atelye
3.2. İdari Binalar	— Yazıhane	— Yazıhane	— Yazıhane	— Yazıhane
3.3. Konut Sosyal Tesisler	— Ev, lokal, misafirhane v.s.	— Ev, lokal, misafirhane v*s.	— Ev, lokal, misafirhane v.s.	— Ev, lokal, misafirhane v.s.
4. Navlun Sigorta				
5. Gümrük Vergisi ve Diğer Giderler				
6. Montaj Giderleri				
7. Genel Giderler				
8. Beklenmeyen Giderler				
T o p l a m İşletme Sermayesi				
Genel Toplamı				

12 — Tozu temizlenemeyen yerlerde çalışan işçilere toz maskeleri verilmelidir.

3.3. Yangınların Ocak Havasına Tesirleri

Ocak yangınları maden havasında bulunan bir gazın konsantrasyonunu değiştirebilir veya yeni bir gazın meydana gelmesine neden olabilir. Yangınlarda oksijen sarfiyatı olacağından maden havasındaki oksijen miktarında daima bir eksilme görülür.

Oksidasyon reaksiyonları ısı üretir ve bu reaksiyonların hızı ısının artması ile fasilalaşır. Bu sebepten, eğer bir yerde oksidasyon reaksiyonu başlarsa ve burada üretilen ısı dağıtılmazsa ısı ve reaksiyonun hızı kumulatif olarak artar. Yeraltında üretilen bu ısı havanın daha fazla nem almasına olanak sağlar. Bu nem içeren hava, daha soğuk kısımlara ulaştıkça nemin bir kısmı yoğunlaşarak yüzeylerde toplanır ve terleme görüntüsü verir. Yeraltındaki kendiliğinden kızışma gelişiminin erken safhalarında oluşan, muhtemelen kimyasal değişimler, bir çeşit kokunun meydana gelmesine sebep olur. Bu koku ocaklara göre değişir ve gerçek sebebi henüz bilinmemektedir. Ancak, karbonmonoksit oksidasyon reaksiyonlarının ilk safhalarında bile üretildiğinden kızışmanın tesbitinde kulamlan en yararlı gazdır.

Kömür madenlerinde ocak havasının terkipteki değişme kendiliğinden tutuşmanın bir işareti sayılabilir. Kömür oksidasyonunun birinci derecede ürünleri karbon oksitler (CO ve CO₂) ve su buharıdır. Çok az miktarda meydana gelen diğer gazlar ise etilen, doymamış hidrokarbonlar (Pentan ve hexan gibi), hidrojen, hidrojen sülfid ve kükürt dioksittir. Oksidasyon reaksiyonunda kulamlan oksijen ve üretilen karbon oksitlerinin değerlendirilmesi diğerlerinden daha pratiktir. Graham gözlemlerini şöyle formüle etmiştir.

.....Üretilen CO kullanılan oksijenin bir yüzdesi olarak ifade edilmiştir;

$$\frac{\text{CO üretilen}}{\text{O}_2 \text{ kulamlan}} \times 100$$

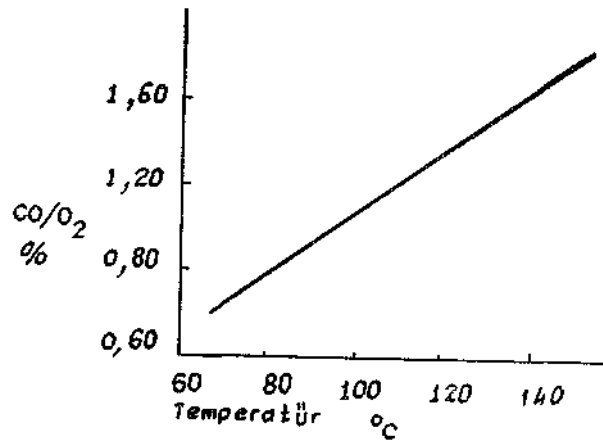
Üretilen CO₂ kullanılan oksijenin bir yüzdesi olarak ifade edilir;

$$\frac{\text{CO}_a \text{ üretilen}}{\text{O}_2 \text{ kullanılan}} \times 100$$

Üretilen CO üretilen CO₂'in bir yüzdesi olarak ifade edilir;

$$\frac{\text{CO üretilen}}{\text{CO}_2 \text{ üretilen}} \times 100$$

Yukarıdaki formüllerden CO üretilen /O₂ kullanılan (eksilen metodu hava numunelerinin değerlendirilmesinde daha etkilidir. Zira deneyler ve pratik çalışmalar göstermiştir ki, birçok ocak yangınları bu metod sayesinde daha başlangıç safhasında meydana çıkarılmıştır. Normal ocak havasında, aynı yerden alınan numunelerde, CO/O₂ oranı sabittir ve normal şartlarda % 0,1 ila % 1,5 arasında olabilir. Bu sabit oranın yükselmesi kömürde bir kızışmanın olduğunu işaret edebilir. CO/O₂ eksilen oranı kömür damarlarındaki ısı yükselmesi ile linear bir bağıntıya sahiptir (Şekil-4).



Şekil 4: Temperature karşı Co/o₂ ek. Oranı

CO/0₂ Oranını bir örnekle açıklayalım.

Ocak havasından alınan gaz numunelerinin analizi :

Karbon Dioksit	% 0.80
Metan	% 0.42
Oksijen	% 19.95
Nitrojen	% 78.83
Karbon Monoksit	% 0.005

Atmosferik havadaki N₂ ve O₂ yüzdeleri 79.04 ve 20.93 olsun. Numune içindeki % 78.83 N₂ gazına tekabül eden O₂ miktarı :

$$= 78.83 \times \frac{20.93}{79.04} = 20.87 \%$$

Oksijen azalma miktarı = 20.87 - 19.95 = 0.92 dir.

Sonuç olarak :

$$CO/0_2 = 0.005/0.92 \times 100 = 0.54 \text{ olur.}$$

Her pano için, CO miktarının ve CO/0₂ oranının tipik normları vardır ki, bunlar panodaki kömürün oksitlenmeye meyillilik derecesine ve çalışma ortamına göre değişir. Barometrik basıncın değişmesi ocak yollarındaki havanın terkinde değişmeler meydana getirebilir. Zira" ocaktaki göçükler genellikle bol miktarda CH₄ veya CO₂ + N₂ (ölü hava) veya her ikisini birlikte içeren gaz depolarıdır. Barometrik basınç yavaş yavaş düştüğü takdirde göçüklerden dışarıya taşan gazlar havalandırma sayesinde yeterli miktarda dağıtılacaklardır.

Fakat, düşme süratli olursa, kısa zamanda taşan gazların miktarı çok fazla olabilir. Ve bu da hava yollarında tehlikeli kirlenmelere yol açar. Göçüklerdeki gazların terkihi, panodan panoya büyük ölçüde değişebileceğinden, ancak barometrik basıncın değişik safhalarında yapılan hava numuneleri analizleri sadece ilgili saha hakkında doğru bir fikir verebilir.

Bölgelerin meteoroloji istasyonları ile bağlantı kurulup ani basınç düşmelerinin önceden haber alınması ve buna göre önlemler hazırlanması gereklidir. Basıncın üç saatte 3-6 mm. Hg arasında düşmesi ani bir düşüş sayılabilir.

Hidrojen 70°C üzerinde belirli olmaya başladığından bu ısı derecesi üzerinde aynen CO gibi yangın işareti olarak kullanılabilir. Lâğım atmalarda ve dizel motorlarının çalışmaları sırasında CO üretildiği için bunların faal olduğu saatlerde alınan numuneler ona göre değerlendirilmelidir.

4. Gaz ve Toz Patlamaları

4.1. Gaz Patlamaları

Yeraltında bir gaz patlaması olabilmesi için şu şartların gerçekleşmesi gereklidir :

- 1 — Patlayıcı gazların havadaki miktarı patlayıcı bir karışım meydana getirecek oranda olmalıdır.
- 2 — Patlamayı gerçekleştirebilecek derecede kuvvetli bir ısı kaynağı bulunmalıdır.
- 3 — Patlayıcı karışım ısı kaynağı ile, tutuşma için, yeterli bir süre temas halinde olmalıdır.
- 4 — Yeterli oksijen olmalıdır.

Daha önce metan bahsinde söz edildiği gibi metan-hava karışımındaki metan yüzdesi belirli sınırlar içinde olduğu zaman patlama gerçekleşebilir. Bunlara patlama sınırları denir. Genel olarak, bu sınırların aşağı değeri % 5; yukarı değeri ise % 14.5 civarındadır. Havadaki oksijen ve diğer patlayıcı gazların miktarına göre bu sınırlar değişebilir. Aşağıdaki tabloda metanın havadaki oksijen miktarına göre patlama sınırları gösterilmiştir. Bu sınırların dışındaki değerler için patlama olmaz; sadece, yeterli oksijen varsa, yanma olur.

Tablo 6 — Metanın Havadaki Oksijen Yüzdesine Göre Patlanıp Sınırları

Havadaki % O ₂	Metanın Patlama Sınırları %		
	Aşağı sınıır		<i>Ynk&n mar</i>
20,93	5,3	En şiddetli patlama: 9,5	13,9
19	5,4		12,0
16	5,6		9,15
14	5,76		7,3
13	5,9		63
12,8		Patlamaz	

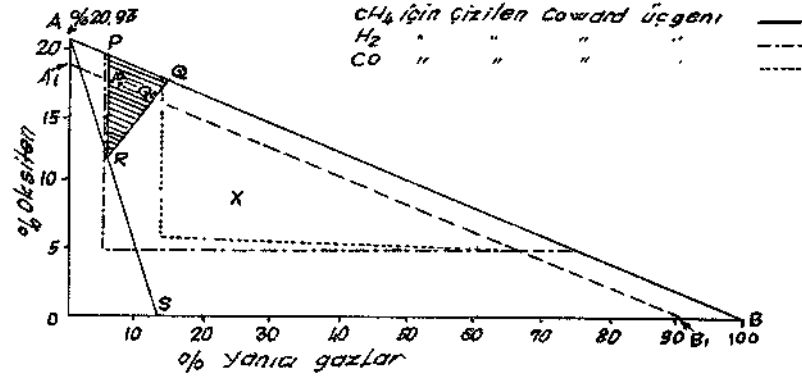
En şiddetli patlama mevcut bütün oksijen bütün metanla birleştiği zaman; % 9,5 metan konsantrasyonunda vuku bulur. Eğer patlayıcı karışım bir noktadan tutuşturuldu ise, patlama hatta % 5,3'den daha az metan içeren sahalara da yayılabilir.

Metan-hava karışımı (grizu) çıplak bir ısı kaynağı ile temas ettiği zaman hemen patlamaz. Patlama derecesine ulaşması için biraz zaman geçmesi gereklidir. Bu zaman ısı kaynağının sıcaklık derecesine bağlıdır. Bundan dolayı, örneğin, 650°C'de grizu 10 saniye; fakat 1200°C'de 0,01-0,02 saniye sonra patlar.

Metan gazının patlama sınırlarını havadaki oksijen, azot ve karbondioksit gazlarıyla karbonmonoksit ve hidrojen gibi diğer yanıcı gazların miktarına göre tespit etmek isteyen Coward ve Jones, ocak hava analizlerini çizgisel yolla ifade eden bir yöntem geliştirmişlerdir.

4.1.1. Coward Üçgenleri

Coward üçgenleri şekil 5'de görülmektedir. İçinde yanıcı gazlar (CH₄ + CO + H₂), artık gazlar (CO₂ + N₂) ve hava bulunan herhangi bir karışım X gibi bir nokta ile gösterilecektir. X noktası, her üç unsurda karışımda mevcutsa diyagram içinde; herhangi ikisi mevcutsa kenarlardan biri üzerinde; sadece biri olduğunda ise köşelerden biri üzerinde yer alacaktır.



Şekil:5- Coward üçgenleri

A noktası % 100 temiz havayı, B noktası % 100 metanı ve O noktasında % 100 ölü havayı ($\text{CO}_2 + \text{N}_2$) temsil etmektedir. Temiz havaya metan ilâve edildiğinde meydana gelen karışımın terkibi A'dan B'ye doğru ilerler. P noktasında % 95 hava % 5 metan karışımı alevle ancak yanmaya başlayacaktır, ve P noktasına «alt patlama sınırı» denir. Karışıma metan ilâve etmeğe devam edildiğinde terkip, karışımın % 86'sı hava, % 14'nün metan olduğu Q noktasına erişecek ve buradada aynen P noktasındaki durum izlenecektir. Q noktasına «üst patlama sınırı» denir. QB doğrusu üzerindeki bütün karışımlar patlama için gerekenden fazla metan veya gerekenden az oksijen içereceğinden patlamayacaktır.

Eğer, yukarıdaki karışımda artık gazlardan bir miktar varsa bu takdirde terkip AB doğrusu üzerinde değilde AB doğrusu üzerinde hareket edecek ve PQ sınır değerlerini alacaktır. Artık gazların ($\text{CO}_2 + \text{N}_2$) miktarı arttığı takdirde (oksijen azalır) sınır değerler birbirine yaklaşacak ve R noktasında birbirine eşit olacaklardır. R noktasına tekabül eden oksijen miktarından daha az oksijen içeren hiç bir karışım patlamaz. R noktasına «üçlü sınır» ve bu terkipin karışımlarmada «üçlü sınır karışımları» denir.

Özellikle önemli olan çizgi A ve R'den geçen ve metan eksenini S noktasında kesen çizgidir. ARS doğrusunun sol tarafında kalan herhangi bir karışım hiç bir şekilde patlamaz. ARS doğrusunun sağ tarafındaki noktalara gelince; bunlar 3 çeşittir.

- 1 — pRA üçgeni içinde : Bu karışımlar metan bakımından çok zayıf olduğundan patlamaz.
- 2 — PQE üçgeni içinde : Bu karışımların tümü PATLAYICIDIR.
- 3 — SBQB dörtgeni içinde : Bu karışımlar gerekenden fazla metan içerdiğinden patlamazlar.

Şurası hatırlanmalıdır ki, gerektiğinden çok patlayıcı gaz içerdiği için patlamayan gaz karışımları temiz hava ile yanar. Ocaklarda görülen açık alev bunun bir örneğidir.

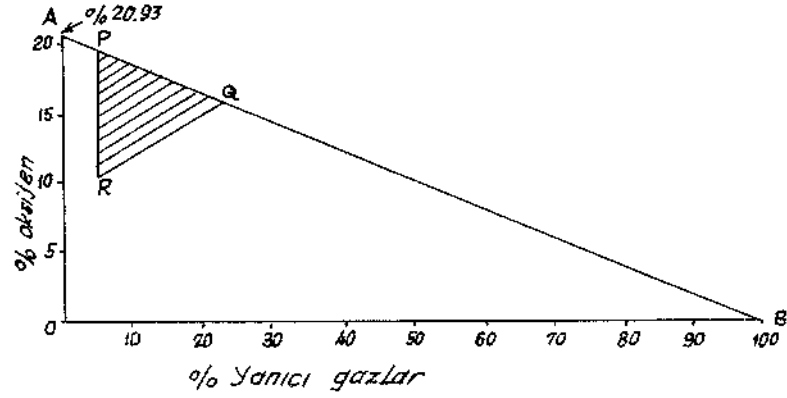
Coward üçgenleri hidrojen ve karbonmonoksit içinde çizilebilir (Şekil 5). Bunlar için temiz hava içinde kabul edilen sınırlar şöyledir :

Hidrojen : % 4 — % 74
CO : % 12,5 - % 74

4.1.2. Gaz Karışımları

Hava ile yanıcı gazların karışımında H₂, CH₄ ve CO'in üçü de mevcutsa karışık bir durum ortaya çıkabilir. Bu durumda infilâk üçgeninin bu gazlar için ayrı ayrı çizilen üçgenlerin arasında olacağı açıktır.

Metan için çizilen üçgenin şekli numunedeki metan yüzdesine göre değişmez. Aynı şekilde, gaz karışımı için olan infilâk üçgeninin şekli mevcut olan yanıcı gaz miktarına bağlı değildir. Üçgenin şekli, bu gazların birbirine bağlı miktarlarının değişmesi ile değişir. Bunun bir örneği şekil 6'da görülmektedir. (5)



Sekil-6. Yanıcı gazların karışımının infilak üçgeni
(CH₄: %15, H₂: %6, CO: %3)

CH₄ yeraltında rastlanan en başta gelen bir yanıcı gaz olduğundan metan için çizilen orjinal Coward üçgeni, metanın yanıcı gazların % 98'ini veya daha fazlasını teşkil ettiği her durumda geçerlidir. Aşağıdaki ilave bilgiler, metan için olan patlama sınırlarındaki sapmaların ne zaman dikate değer olduğunu göstermektedir.

- 1 — Grizu içindeki hidrojen alt patlama sınırını düşürür. Fakat hidrojenin yanıcı gazlar içindeki miktarı % 15'e erişinceye kadar bu düşüş % 0,2'den azdır.
- 2 — Eğer CO, H₂ ve CH₄'in hepsi bir arada mevcutsa; alt patlama sınırı, H₂ miktarı CO miktarının beş katından fazla olmadıkça, metanın kendi başına olan alt patlama sınırından daha aşağıda olmayacaktır.
- 3 — Yanıcı gazlar içindeki H₂ ve CO miktarları % 2'ye erişince, üst patlama sınırında % 0,2 kadarlık değişimler olabilir.

Burada, yukarıdaki bilgilerin ışığında bakıldığı zaman, madenlerimizde H₂ ve CO'ın havadaki miktarlarının, genellikle metanın kendi başına olan patlama üçgenini önemli derecede etkileyecek kadar artmadığını söyleyebiliriz.

4.1.3. Gaz Patlamalarının Karakteristiği

Gaz patlamaları çoğunlukla sınırlı bir çevreye yayılır. Bunun sebebi de, patlayıcı gaz karışımı birikintisinin, ocağın toplam hacmi ile karşılaştırıldığında, küçük sayılabilecek boşluklara hapsedilmiş olmasıdır.

Çoğu zaman gaz patlamaları daha geniş alana yayılan ve daha tehlikeli olan kömür tozu patlamalarına sebebiyet verebilir.

4.1.4. Gaz Patlamalarının Nedenleri

Kömür madenlerinde, grizo patlamalarını başlatan başlıca nedenler şöylece sıralandırılabilir :

- 1 — Açık alevler, örneğin;
 - (1) tahrip olmuş emniyet lâmbasının alevi
 - (2) lâğım deliklerinden fişkırان alev
- 2 — Akkor halindeki yüzeyler, örneğin;
 - (1) elektrik lambasının sıcak flaması
 - (2) kor halindeki kömür.
- 3 — Çok sıcak parçacıklar, örneğin;
 - (1) lâğım atma esnasında deliklerden fırlayan çok ısınmış taş parçaları
- 4 — Elektrik kıvılcımları, örneğin;
 - (1) sinyal aparatları ve manyetolar
 - (2) elektrostatik deşarj
- 5 — Gazların adiabatik kompresyonu (Patlayıcı gaz karışımının ısı kaybetmeksizin sıkıştırılması. Örneğin, lâğım atma esnasında, patlayıcı maddeden gelen şok dalgaları lâğım deliği ile irtibatlı olan bir çatlak içindeki patlayıcı gaz karışımını sıkıştırarak patlamasına neden olabilir)

4.1.5. Gaz Patlamalarının Önlenmesi

Grizo patlamalarının nedeni metan birikmesi olduğu için herşeyden önce metan birikmesine engel olmak lâzımdır. Bunun içinde yeteri kadar temiz hava ve uygun bir havalandırma sistemi gereklidir. Diğer önleyici faktörler şunlardır :

- 1 — Ocak içinde açık alevin yasaklanması.
- 2— Aydınlatma sisteminin, elektrik ve yakıt kullanan motorların antigrizo tertibatlı olması
- 3 — Patlayıcı maddelerin usulüne uygun olarak kullanılması.
- 4 — Muntazam gaz kontrolleri yapılması.
- 5 — Bütün elektrik ve kabloların usulüne uygun olarak tesis edilmesi, bakımı ve kontrolü.
- 6 — Emniyet lambalarının periyodik kontrolü.
- 7 — Emniyet nizamnamesine uygun olarak muntazam numune alınması.

4.2. Kömür Tozu Patlamaları

Normal olarak, katı bir kömür parçası yanıcıdır. Fakat ufalanarak ince toz haline getirildiği zaman tutuşucu ve patlayıcı bir hal alır. Bunun açıklanması şöyledir :

(1) İnce tozun oksijenle temas eden yüzey alanı çok fazladır.

Eğer kenarları 1 cm olan küp şeklinde bir kömür parçası düşünürsek, ve bu parçayı bölerek önce kenarları 1 mm, sonra 0,1 mm ve nihayet 1 mikron olan küpler elde edersek aşağıdaki tabloda görülen neticeler hasıl olur.

Tablo 7 — Tozun Küçülmesiyle Toplan Yüzey Alanının Büyümjesi

Kübüo Bîr Kenanmn Uzunluğu	Eide Edilen Küp Sayı»	Küplerim Toplam Yüzey Alanı Cm²
1 cm = 10 mm	1	6
1 mm	10³	60
0,1 mm	10⁴	600
0,001 mm = 1 mikron	10¹²	60.000

Tablodan da görüldüğü gibi tozlar ufalandıkça toplam yüzey alanı çok artmakta ve dolayısı ile daha çok oksijen absorblıyabilme olanağına sahip olmaktadır. Yani, yanabilme özellikleri oldukça artmaktadır.

(2) Isıtıldığı zaman kömürden yanıcı gazlar salınır.

Uygulamada ve bilimsel deneylerle görülmüştür ki :

- a) Hiç metan olmadığı zaman bile kömür tozu kendi basma patlayabilir.
- b) Toz, küçük bir metan patlamasını büyük bir patlamaya çevirebilir.
- c) Yanan bir tozun bulutunun alevi bir gaz birikintisine ulaşabilir ve onu patlatabilir.
- d) Küçük ve kuru kömür tozlarının varlığı metan-hava karışımının aşağı patlama sınırını daha aşağıya indirebilir.
- e) Patlamada kömür tozu rol aldığı zaman yanma artıkları arasında önemli miktarda CO'de vardır.

4.2.1. Kömür Tozunun Patlayabilirliğine Tesir Eden Faktörler

Kömür tozunun patlayabilme yeteneğine tesir eden faktörler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir :

- 1 — Tozun büyüklüğü (inceliği)
- 2 — Tozun kimyasal yapısı (yanıcı ve uçucu gazlar, kül ve nem içeriği)
- 3 — Tozun miktarı (havada yüzen ve yere çökelmiş)
- 4 — Metanın mevcudiyeti
- 5 — • Tozun dağılımı (tahkimat üzerinde, tavanda, tabanda, yan duvarlarda)
- 6 — Tutuşturma kaynağı (tipi ve gücü)
- 7 — Çevre şartları (yüzeyle taş veya kömür, kuru veya nemli, pürüzlü veya düzgün, sert veya yumuşak olabilir.)

Bu faktörlerin çoğunun genel tesirleri apaçıktır. Toz küçüldükçe bir toz bulutu meydana getirebilme olasılığı ve oksijenle temas eden yüzey alanı artar. İlk bakışta, kül miktarı fazla olan tozun, kül miktarı az olana göre daha az patlayıcı olduğu düşünülebilir. Fakat deneyler göstermiştir ki ek ayrımlar gereklidir. Yanıcı kısmın uçucu içeriği de dik-

kate alınmalıdır. Havada bulunan az miktardaki yanıcı gazın varlığı, gaz-hava karışımında süspansiyon halinde bulunan tozun patlayabilme özelliğini artırır. Toz bulutunun meydana gelebilme yeteneği, tozun bulunduğu yerde bağlıdır. Örneğin, tahkimatın üzerinde, tavanda, tabanda veya yan duvarlarda olabilir.

Çeşitli kömür madenlerindeki aynı analize sahip ve aynı büyüklükteki tozlar değişik patlama özellikleri gösterebilirler. Bunun nedeni henüz açıkça izah edilememiştir. Muhtemelen, kömürün kimyasal veya doğal yapı şeklinden olabilir.

Patlamaya neden olan kaynak ayrıca tozu kaldıran bir faktör de olabilir. Çeşitli kaynakların toz kaldırma güçleri değişiktir. Örnek olarak, lâğım atmada kullanılan çeşitli patlayıcı maddeleri ve çeşitli şiddetlerdeki gaz patlamalarını gösterebiliriz.

Patlamalara fiziki çevre de tesir eder. Kıvrımlar, engeller, yolların genişlemesi veya daralması ve diğer işyerleri ile irtibatların hepsi, aleve eşlik eden gaz basıncının düşmesine veya artmasına sebep oldukları gibi alevin ilerlemesine de etki ederler. Bu, patlamanın hızını, dolayısı ile ilerliyen ve tozu kaldıran hava dalgalarının gücünü azaltır veya çoğaltır.

Çevre şartları patlamalara etki eden son faktördür. Yüzeyler taş veya kömür, sert veya ufalanabilir, nemli veya kuru, düzgün veya pürüzlü, veya ağaçla örülmüş olabilir; ve bütün bu karakteristikler ya yanıcı, veya nötr toz ilâve ederek, yahutta ilerleyen alevden absorblanan ısının miktarını değiştirmek suretiyle yanan toz bulutunu etkilerler. Uzun ve nemli bir geçiş, ısı emmede oldukça tesirlidir.

Diğer ülkelerde yapılan deneyler kömür tozunun tutuşabilirliği ile içerdiği uçucu maddeler arasında kesin bir ilişki olduğunu göstermiştir. Daha ilerlemiş araştırmalar tutuşabilirliğin uçucu madde ile arttığını kanıtlamıştır.

A.B.D. Maden Dairesi tarafından, kömürün patlayabilirliğine ait bir indeks tespit edilmiştir. Buna «kömürün

uçucu-yanıcı oranı» denilmektedir ve «uçucu maddenin toplam yanıcı maddeye oranı» diye tarif edilir. Yani, oran ne kadar yüksek olursa, toz o derece patlayıcı demektir. Şu şekilde ifade edilir :

$$\text{Uçucu — Yanıcı oranı} = \frac{\text{Uçucu madde}}{\text{Uçucu madde} + \text{Sabit karbon}}$$

Örneğin, eğer bir bitümlü kömür % 37 uçucu madde ve % 54,6 sabit karbon içerirse; uçucu-yanıcı oranı :

$$U — Y \text{ oram} = \frac{37}{37 + 54,6} = 0,404 \text{ olarak bulunur.}$$

U — Y oram 0,12 ve daha yukarı olan kömür tozlarından bir patlama beklenebilir.

4.2.2. Körapr Tozunun Uygulanabilir Empiyet Seviyeleri

Tozlu bir işyeri için güvenilebilir ve yeterli tek bir Standard tespit etmek güçtür. Muhtemel bir toz patlaması daha ziyade tozun (a) miktarına, (b) patlayabilirliğine, yani uçucu maddeler içeriğine, ve (c) inceliğine bağlıdır.

Genel olarak, toz konsantrasyonu 70-80 gr/cm³'den az olduğu zaman patlama beklenmez, bazan bu miktar 300 gr/cm³'e kadar çıkabilir. Bu değişimin nedenide yine uçucu maddeler içeriği, inceliği, kül miktarı ve rutubetidir. Konsantrasyon 1500-2000 gr/m³ olduğu zaman, toz tekrar patlayıcı olma özelliğini yitirir.

En küçük parçacıktan 0,75-1 mm büyüklüktekilere kadar bütün tozlar patlamaya iştirak ederler. Fakat patlamanın yayılması 0,1 mm'den daha küçük parçacıklar aracılığı ile olur.

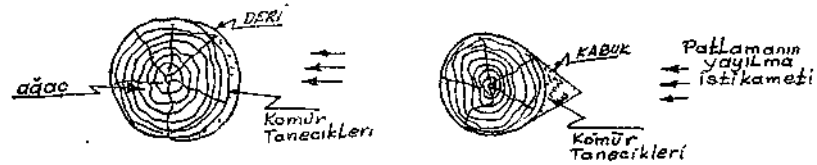
4.3.3. Kömür Tozu Patlamalarının Karakteristikleri

Yer altında meydana gelen ve biriken tozların çok çeşitli özellikler göstermesinden dolayı, toz patlamaları da son derece değişik şekillerde olurlar. Kömür tozu patlaması, tutuşma noktasından takriben 60-10 m mesafeye kadar rüspe-

ten yavaş ilerler. Deneylerin gösterdiğine göre, 50 m'de patlamanın yayılma hızı 20 - 50 m/san. iken 150 m'de 100 -150 m/saniye ulaşır. Patlamanın başlama noktasında 1,5 kg/cm² olan basınç giderek artarak 200 m'de maksimuma ulaşır, ve 30-40 kg/cm²'ye kadar çıkabilir. Yine deneylerin gösterdiğine göre, eğer patlama tozlu sahanın kenarında başlamışsa hızı minimumdur; ve eğer ortasından başladı ise, bu takdirde hız 10 kat kadar daha fazla olabilir.

Genellikle patlamanın başlama noktasına yakın olan tahkimatta fazla hasar olmaz; ve bu tahribat yokluğu patlamanın başlangıç noktasını tahminde büyük rol oynar.

Toz patlamalarında tozun sadece bir kısmı tamamen yanar. Geri kalanı kavrulur ve kısmen koklaşır. Kavrulan ve koklaşan bu tozlar ağaç tahkimatın, yan duvarların ve tavanın yüzeylerinde karakteristik deriler ve kabuklar teşkil ederler. Deri, az veya çok koklaşmış bir toz sinteridir, ve oval şekillidir. Kabuk ise, genel olarak, ya hiç koklaşmamış ya da çok az koklaşmıştır; ve kesiti üçgen şeklindedir. Deri ve kabukların kalınlığı bazan birkaç santimetreyi bulur (Şekil- 1).



Şekil-7- Bir toz patlamasından sonra ağaç direkleri üstündeki bir deri (solda) ve bir kabuk (sağda)

Kömür tozu patlamalarında şu noktalar tespit edilmiştir.

- 1 — a) Patlama alevinin yavaş yayıldığı yerlerde, deri veya kabuk ağaç direklerin hemen hemen daima her iki tarafında görülür;

- b) Alev hızının orta derecede olduğu yerlerde, deri veya kabuk alevin geldiği taraftadır (şekil 7'de görüldüğü gibi) ;
 - c) Alev hızının çok yüksek olduğu yerlerde birikim daima alevin geldiği tarafın arka kısmındadır. Alev tarafında toz birikintisi görülmez; sadece yanık izleri görülebilir.
- 2 — Her patlamada iki şok vardır :
- a) Gaz ve havanın genişlemesinden hasıl olan doğrudan doğruya şok;
 - b) Patlama ürünlerin ısıları düştüğü zaman büzülmelerinden doğan karşıt şok.
- 3 — Kömür tozu patlamalarında karbonmonoksitin meydana gelmesi kaçınılmazdır. Meydana gelen CO miktarı % 5 - 6 kadar, hatta daha fazla olabilir.

4.2.4. Kömür Tozu Patlamalarının Önlenmesi

Yeraltı kömür tozu patlamalarını önlemek için kullanılan metotları 4 grupta toplayabiliriz.

- 1 — Kömür tozunun yeraltında birikmesini önlemek. Bunun nasıl yapılabileceği «Tozun Önlenmesi Hakkında Bazı Öneriler» bahsinde sıralanmıştır.
- 2 — Biriken tozun tutuşmasını önlemek.
Bunun önlenmesini de metan gazı patlamalarının önlenmesi gibidir. Alınabilecek önlemler «Gaz Patlamalarının önlenmesi» bahsinde anlatılmıştır.
- 3 — Kömür tozunu emniyetli şartlar içinde tutmak. Kömür tozuna taş tozu karıştırmak sureti ile kül yüzdesini yapay olarak artırabiliriz. Bütün nakliyat ve hava yollarına tam uzunlukları boyunca taş tozu serpilir. Kömür tozuna karıştırılabileceK

en ideal taş tozu, silis içermediği için, kalker tozudur.

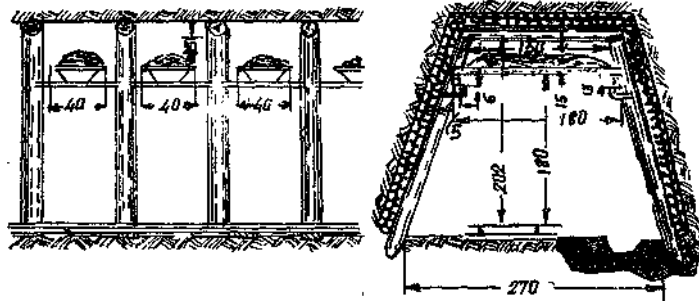
Gazlı madenlerde tozun kül içeriği % 80'e kadar çıkarılmalıdır.

Diğer bir metotta tozu su ile ıslatmaktır. Fakat bunun bazı sakıncaları vardır. Örneğin;

- Sulamanın, devamlı olması gerektiğinden çok miktarda suya gereksinim vardır.
- Sulama, ocak havasının nemliliğini artıracığından taş tabakalarda kavlaklar meydana gelmesine neden olur.
- Yüksek nemlilik, barsak hastalıklarına sebep olan bazı kurtların üremesini kolaylaştırır.
- Sulama tesisleri pahalıya mal olur.

4 — Kömür tozu patlamalarının izolasyonu.

Taş tozu serpintisi kömür tozu patlamalarını önler; fakat bir kere başlamış olan bir patlamanın yayılmasını önleyemez. Bu yüzden kömür tozu patlamalarının yayılmasını önlemek, ve dar bir sahada hapsederek zararını azaltmak için taş tozu bariyerleri kullanılmaktadır. Bunlar, yolların üstüne yerleştirilmiş ve üzerine kalker tozu yığılmış raflardır. Şekil 8'de taş tozu bariyerleri görülmektedir.



Şekil 8- Taş tozu bariyerleri

Raflar şekilde görüldüğü gibi, muntazam aralıklarla tahkimatın üst kısmına yerleştirilir. Rafların yerden yüksekliği 180 cm, genişliği 40 cm kadar olmalıdır. Toz yığınının tepe kısmı ile tavan arasında 10-30 cm kadar mesafe bırakılmalıdır. Rafların aralığı ve sayısı toza olan ihtiyaca göre değişir.

Yolum kesiti göz önünde bulundurulduğu takdirde; toza olan ihtiyaç ana yollarda 400 kg/m^2 , tali yollarda 200 kg/m^2 olacağından, bir rafın üzerine ne miktarda toz bulunması gerektiği hesaplanabilir.

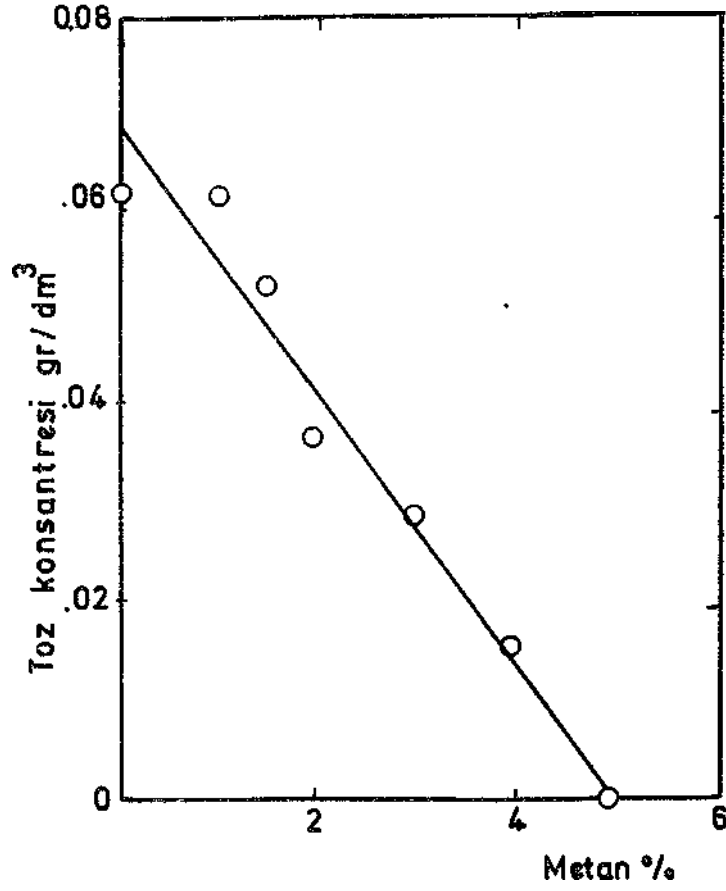
Patlamanın meydana getirdiği şiddetli hava dalgası raf devirdiği zaman, raftan dökülen toz havada alevin ilerlemesine engel olan bir perde vazifesi görür.

Raflar, alevden önce gelen şok dalgalarına maruz kaldıklarında hemen devrilebilecek şekilde yerleştirilmelidirler.

4.3. Gaz - Toz Karışımın Patlaması

Ocak havasında patlayıcı bir gaz bulunmadığında toz patlamasının olabilmesi için hava içindeki toz miktarının yaklaşık olarak 0.06 gr/dm^3 olması gerektiği deneysel olarak ispatlanmıştır. Aynı şekilde kömür tozu olmayan bir ortamda metan gazı patlaması olabilmesi için metan miktarının en az % 5 olması gereklidir.

Ancak ortamda kömür tozu ve metan karışık olarak bulunuyorsa yukarıda verilen minimum patlama konsantreleri azalır. Şöyleki hava içinde 0.04 gr/dm^3 toz var ise, patlama limitinin çok altında olmasına rağmen % 2 metan patlamayı sebep olabilir. Diğer bir örnek % 4 metan ve 0.02 gr/dm^3 kömür tozu karışımı patlamaya sebep olabilir (şekil 9). O halde metan gazı patlaması ihtimali kömür tozu ile beraber düşünülmeli ve tozlu ortamda metan gazı ölçümü ile beraber toz ölçümünde yapılmalıdır (7).



Şekil 9: Metan gazı™ kömür tozu karışımının patlaması

5. Ani Metan Püskürmeleri

Ani metan püskürmelerinin (ani degajman olayları da denir) karakterini açıklamadan önce metanın kaynağını ve terkbini, ve ayrıca kömürün yapı şeklini kısaca gözden geçirmekte yarar vardır.

5.1. Metanın Kaynağı ve TerMbi

Herşeyden önce, metanın meydana gelişinde ve neşredilmesinde rol oynayan jeolojik, petrografik ve fiziksel şartlar bilmemiz gerekmektedir.

Metan, karbonifer devrinde biriken bitkisel artıkların yavaş yavaş değişmeye uğramasının bir ürünüdür. Çeşitli çevresel faktörler bu bitkisel artıkları önce turbaya, sonra linyit ve nihayet ramkı zamanla artan bitümlü kömüre çevirirler. Bu işlem esnasında çeşitli zaman aralıklarıyla farklı oranlarda olmak üzere çeşitli gazlar oluşur. Zamanımızdaki fosilizasyon safhasında bile hâla metan ve hidrojen gazları sürekli olarak üretilmekte olup, üretilen metan ve hidrojen oranları kömürün yaşı ile ters orantılı olmaktadır. Ve bu olay ism yükselmesi ile hızlanmaktadır. Çeşitli zamanlarda meydana gelen gazların bir kısmı ya çeşitli yollarla kaçarak havaya karışmışlar, veya tabakalar arası sızmışlardır. Diğer bir kısmı ise ana organik materyalin içinde hapsedilmiş olarak kalmışlardır.

5.2. Kömürün Yapı Şekli

Genel olarak, kömür, sünger gibi bir yapıya sahiptir. Birbirine çeşitli büyüklükte kılcal borularla irtibatlı gözeneklerle doludur. Kömürün iç yüzeyi bu gözenek ve kılcal boruların büyüklüğüne ve sıklığına bağlıdır.

Gazlar, küçük gözenekleri, yoğunlaşmış halde, tamamen doldurabilirler; fakat büyük gözeneklerin sadece çeperlerinde ince, bir tabaka halinde bulunurlar. Bu ince tabaka 1 veya 2 molekül kalınlığında olup, bu tip depolamaya verilen genel isim adsorpsiyondur. Çeşitli türde ve rankdaki kömürler, kılcal boşluklarının toplam hacimleriyle orantılı olarak, çeşitli derecelerde metan adsorbe ederler. Kül ve rutubet miktarı kömürün adsorpsiyon gücünü ters orantıda etkiler.

5.3. Ani Metan Püskürmelerinin Açıklanması

Yukarıda söz edildiği gibi, kömürün neşretmiş olduğu metan gazının bir kısmı kömürün içinde hapsedilmiş olarak kalır. Kömür içindeki boşluk ne kadar fazla ise hapsedilen

metan miktarıda o kadar fazla olur. Metan neşri durmaksızın devam ettiğine göre kömür içindeki boşluklarda biriken gazın basıncının devamlı olarak artacağı açıktır.

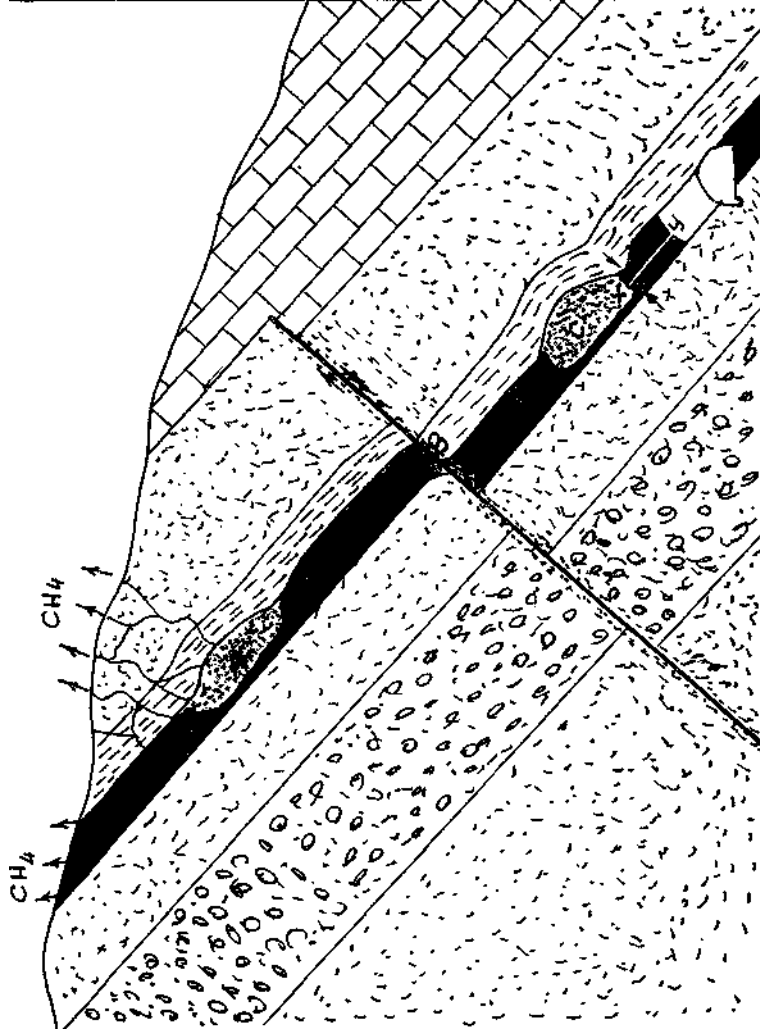
(Termodinamikten gazların durum formülünü hatırlıyalım;

$$P = \frac{n R T}{V} \text{ 'dir.}$$

Burada, P gaz basıncını; V gazı içeren kabın hacmini; R gazın sabitesini; T temperaturü ve n ise gaz moleküllerinin sayısını göstermektedir. V, R ve T sabit olduğuna göre, n arttıkça P'nin de artacağı açıkça görülmektedir.) Eğer gaz kaçmaları olanaksız ise bu basınç 100 atmosfere veya daha yukarılara çıkabilir. Kazı anında, belirli bir zonda biriken basınçlı gaz, örneğin Şekil - 10'da C zonu, kendisi ile kazı arını arasındaki kömür duvarını yeteri kadar zayıf bulduğu an bu duvarı yıkarak dışarı çıkmak isteyecektir.

Dolayısı ile ani metan püskürmesini şöyle tarif edebiliriz. Ani metan püskürmesi, kömür içerisinde ve arm ilerisinde bulunan yüksek metan gazı basıncı sonucu arının buna direnç gösteremiyerek parçalanması, ve fazla miktarda gaz ile birlikte kömür ve yan taşın ocak boşluğunu doldurmasıdır. Olayın meydana gelmesi için aşağıdaki şartların mevcut olması gerekmektedir :

- a) Kömür damarı içerisinde yeterli bir gaz konsantrasyonu ve gaz basıncına sahip olan bir zonun bulunması;
- b) Kayaç basıncı yardımıyla gaz ve kömür arasındaki bağıntının kalkması;
- c) Kömür içerisinde bulunan gazın yeterli bir hızla çıkması;
- d) Meydana gelen yüksek basınç zonunun yeterli büyüklükteki bir yüzeyden (kazı arım) yeterli bir uzaklıkta bulunmasıdır. Bu suretle kayaç ve gaz basınçlarının müşterek etkisi ile kömür arın direnci yenilmekte, dolayısıyla de ani püskürme olayı meydana gelmektedir.



Şekil:10- Kömür damarı içinde ani metan püskürmelerine
yatkın zonlar.

5.4. Ani Metan Püskürmelerine Yatkın Olan Damarların Özellikleri

Bir kömür damarında bulunan bazı özellikler ani metan püskürmelerine neden olduğu gibi olayın şiddetine de etki etmektedirler. Bu özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz :

1. Damarın metan içeriği.

Kömür damarları gerek sütrüktürleri, gerekse rankları itibarıyla çeşitli derecelerde metan içerirler. Metan içeriği fazla olan damarlar ani metan püskürmelerine daha elverişlidirler. Örneğin Zonguldak Kömür Havzasındaki damarlardan Büyük, Sulu, Acılık ve Çay damarları diğerlerine nazaran ani metan püskürmelerine daha yatkındırlar ve şimdiye kadar havzada görülen olayların tamamı bu damarlarda meydana gelmiştir.

2. Damarın tektoniği : Tektonizma sonucu meydana gelen faylar, damarın sığıdığı yerler damar içerisinde ani metan püskürmelerine yatkın olan yerlerdir. Şekil 10'da görülen B ve C zonları bunlara birer örnektir.

B zonu bir fay zonudur. Fay zonunda kayaç ve kömür tabakaları kırılmış ve ufalanmıştır. Kırık taş ve kömür parçaları arasında boşluklar meydana gelmiştir. Metan bu boşluklarda kolaylıkla birikebilir.

C zonu bir sıkma zonudur. Bu zonun iki ucu tektonizma hareketleri sonucu sıkılmış; ortası ise az veya çok kabarak daha gözenekli bir hal almıştır. Sıkan kısımlarda yüksek kayaç basıncından dolayı kömür oldukça sertleşmekte, geçirgenliği azalmakta ve gazın sızmasını önleyen bir tıkaç vazifesi görmektedir. Dolayısı ile gaz orta kısımda depolanmak zorunda kalmaktadır.

Fay ve sıkma gibi arızasız damarlarda, metan gazı muayyen zonlarda depolanmayıp damar içinde müsavi bir şekilde dağıldığı için, ani metan püskürmelerine rastlanmaz. Örneğin, kömür damarları arızasız olan Almanya'da, bitümlü kömür surf azdan 800 -1200 m derinlerde çalışıldığı halde, şim-

diye kadar ani metan püskürmelerine tesadüf edilmemiştir. Halbuki, şiddetli tektonik stresslere maruz kalarak ezilen ve parçalanan Zonguldak Kömür Havzasındaki damarlarda bu olaya sık sık rastlanılmaktadır.

3. **Damarın Derinliği** : Damarın derinliği arttıkça ani metan püskürmelerinin olasılığı da artar. Tekrar Şekil 10'a bakarak A ve C zonlarını karşılaştıralım.

A zonu sufraza yakın olup, bu zonda biriken metan gazının bir kısmı kömür damarı içindeki kılcal boşluklardan migrasyon yaparak ve muhtelif çatlak ve yarıklardan sızarak atmosfere ulaşır. Dolayısı ile bu zondaki gaz basıncı belirli bir seviyenin üstüne çıkamaz. Halbuki C zonunda biriken gazın böyle olanakları yoktur. Onun için de bu zondaki gaz basıncı devamlı gaz intişarından dolayı giderek artacaktır.

4. **Damarın Meyili** : Bu faktör, kolay kırılabilen kömür damarları için önemli olup, fazla meyillerde olayın meydana gelişi hızlanabilir. Özellikle, dik damarlarda sürülen baş yukarılarda yerçekimi kuvveti ani püskürmelerin lehine çalışmaktadır.

5. **Damarın Kalınlığı** : Ani metan püskürmeleri daha ziyade orta ve kalın damarlarda görülmekte olup, kalınlığı 1 m'nin altında olan damarlarda rastlanılmamaktadır. Bunun sebebi, orta ve kalın damarların toplam hacim itibariyle daha fazla gaz neşretmeleri ve depolamaya daha elverişli olan geniş çaplı zonlar içerebilmeleridir.

5.5. Ani Metan Püskürmelerine Karşı Alınabilecek Önlemler

Ani metan püskürmesi ihtimali olan damarlarda bu püskürmeleri önlemek veya etkisini asgariye indirmek için alınabilecek önlemler ve öneriler şunlardır :

1. Gazın Çıkışını Sağlıyarak Gaz Basıncını Azaltan Sondaj Delikleri.

Bu önlem, özellikle Zonguldak Kömür Ocakları için en önemli önlemdir. Bu gaye için kullanılan delik çapları 64 -140 mm arasında olmalıdır. Şekil 10'da görüldüğü gibi, başyukan arınından sürülen x - y sondaj deliği C zonuna ulaştığı zaman, bu 'zond'aki basınçlı gaz delikten hızla çıkarak küçük bir ani püskürme olayı meydana getirir. Bu olay bir müddet devam ederek C zonundaki gaz basıncını tehlikesiz bir seviyeye düşürür veya tamamen yok eder.

Basınçlı gaz zonu herhangi bir yönde olabileceği için sondaj deliklerinin sağa, sola, tavana ve tabana yapılması gereklidir. Ayrıca, kazı arını ile sondaj arını arasındaki mesafe 4 m'den aşağı inmemelidir. Örneğin, kazı arınından 15 m'lik bir sondaj yapılmışsa, arın 11 m ilerledikten sonra ikinci bir sondaj yapılmalıdır. Böylece, kazı armında ani püskürmelere engel olan yeterli kalınlıkta koruyucu bir baraj tesis edilmiş olur.

2. Gaz Basıncını Hafifletmek İçin Başka Bir Damam Kazısı (Koruyucu Damar Kazısı)

Ani püskürme tehlikesi olan bir damarın üstündeki ve özellikle altındaki bir damarın daha önceden kazısı ile bahis konusu olan damarda gaz yükü bakımından bir hafifletme meydana gelir. Bu suretle de ani püskürmeye yatkın olan damarda kazı işi tehlikesizce yürütülür. Kaide olarak, koruyucu damarın kazı arını ile ani püskürmeye yatkın' olan damarın kazı arını arasındaki mesafe, bu iki damar arasındaki kot farkının 2 katından fazla olmalıdır.

Bu metodun çok kullanılmasına karşılık bazı sakıncalı yönleri de vardır. Koruyucu damarın olmaması, iki damar arasındaki mesafenin fazla olması, veya bütün damarların ani püskürmeye yatkın olması, metodun tatbikini kısıtlayan faktörlerdir.

3. Kasa Hızı.

Ani gaz püskürmelerine yatkın bir damarda tavan yükünün önemi fazladır. Ayak cephesi kendisinden ilerde bulunan yüksek basınç 'zonuna hızla yaklaşırsa, ani püskürme olayının meydana gelme şansı o kadar artar. Arın yavaş ilerlediği zaman, gazın kömür içindeki mikro çatlaklardan sızarak ocak havasına karışma olanağı artacağı için, ani püskürme olasılığı da azalır.

5.6. Ani Metan Püskürmelerine Karşı Dikkat Edilecek Baa Hususlar

- a) Ani püskürmeler özellikle başyukarılarda görülmekte ve buralarda tehlikeli olmaktadır. Bunun nedeni de başyukarıların süratli ilerlemesi, arm yüzeyinin dar olması, yerçekiminin ani püskürme lehinde çalışması ve havanın çift yönlü sirkülasyon yapmasıdır. Dolayısıyla ile, özellikle dik ve gaz içeriği fazla olan damarlarda sürülen başyukarılarda çok dikkatli olmak gereklidir. Mutlaka sondajla ilerleme yapılmalıdır.
- b) Lâğımlarda, özellikle damar kesileceğine yakın gaz sondajları yapılmalıdır.
- c) Sıkmaları geçerken ve faylara yaklaşırken çok dikkatli olmalı, güvenlik önlemlerini artırmalıdır.
- d) Yüksek gaz basıncı olan zonlara yaklaşırken görülen tipik belirtilere dikkat etmeli; bu belirtiler tespit edildiğinde o işyeri hemen terk edilmelidir. Örneğin, 1) Yüksek basınçlı gaz zonların hemen önünde kömür çok sertleşmekte, hatta kazı işini zorlaştıracak kadar direnç göstermektedir. Bu sert ve gaz geçirmez kömür nedeniyle buradaki gaz geliri nispeten düşük olacaktır^) Ani gaz püskürmelerinden evvel arından pırtırtı, gıcırtı veya ıslık şeklinde sesler gelmekte, bunu takiben de arından kömür küçük parçacıklar halinde dökülmektedir.

Özellikle, Zonguldak Kömür Havzasında meydana gelen ani metan püskürmelerinden edinilen tecrübelerle dayanan bu kritler iyi değerlendirildiği takdirde can kaybı oldukça azaltılabilir.

Bibliyografik Tanıtım :

- 1 — GÜNEY, M. : Course Notes of Mine Environment, O.D.T.Ü., Ankara.
- 2 — BOKY, B. : Mining, Moscow 1967.
- 3 — ÜSTÜNKOL, Ş. : Toz Problemi ve E.K.I. Kilimli Bölümü Kömür Ocaklarındaki Tozlanma Durumunun Etüdü, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi Tebliğler Kitabı, S. 267-295, Ankara, 1975.
- 4 — SALTOĞLU, S. : Ani Degajman Olaylarının Açıklanması ve Zonguldak Havzasında Görülen Son Olayların Değerlendirilmesi, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 3. Kongresi Tebliğler Kitabı, S. 503-519, Ankara, 1973.
- 5 — HOŞGÎT, M. E. : İngiltere Kömür İşletmelerinin (N.C.B.) «Naxious Gases Underground» yayınından derlenmiş çeviri, Zonguldak, 1975
- 6 — Lewis, R. S. and CLARK, G. B. : Elements of mining, Rolla, Missouri, 1964.
- 7 — GUYAGÜLER, T. : Toz Maden Müh. Odası, Madencilik Dergisi Ekim 1974, S. 13 -18.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18/2/1977.dsi salonu/ankara**

ZONGULDAK KOZLU BÖLGESİNDE
MEYDANA GELEN
GAZ VE KÖMÜR
PÜSKÜRTME OLAYLARI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ZONGULDAK KOZLU BÖLGESİNDE MEYDANA GELEN
GAZ VE KÖMÜE PÜSKÜEME OLAYLABI

Kâmil AYRÂL*

Özet :

Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesinde derinlere inildikçe gaz ve kömür püskürme olayları da artmıştır. 1969 yılından bugüne kadar meydana gelen olaylardan önemli kabul edilen 17 si en ince ayrıntılara kadar incelenerek bir tabloda toplanmıştır. Olayların kritiği yapılarak gerçek sebepleri saptanmaya çalışılmıştır.

1974 yılından sonra tüm püskürme olayları yerinde görülerek incelenmiştir. Son iki olayda açığa çıkan metan miktarları ölçülerek zamana göre eğrileri çizilmiştir.

Gaz ve kömür püskürmelerinin önceden tesbiti ve önlenmesi için sondajlar yapılmakta ve ateşleme ile sunî püskürtme yaratılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca tahkikat yönünden diğer bazı özel tedbirler alınmaktadır.

Abstract s

As the working depth increases at Kozlu Mine of Zonguldak Coal Basin the frequency of occurrence of gas and coal outbursts shows sign of increase 17 of the most important occurrences since 1969 upto now have been tabulated and examined in small details. They have been critically examined and real causes of occurrences have been tried to determine.

(*) Maden Mühendisi, E.K.t.

After 1974 all the gas and coal outburst site's have been seen and according by judged. The amount of gas (Methane) liberated in the last two cases have been measured and plotted against time scale.

For the determination and prevention of outbursts advanced drilling and induced firing is being carried out. On the other hand, other special precautions, such as additional supporting use of compressed air breathing apparatus in narrow headings in being practiced.

™ Giriş :

Kozlu Bölgesi Zonguldak Havzasının taşkömürü üretimi yapılan en derin ve gazlı bölgesidir. Ortalama ocak derinliği —400 metre ve metan intişarı ortalama 23,64 m³/tondur. Halen —485 te ara kat hazırlığı yapılmaktadır.

Derinlere inildikçe; özellikle İncirharman Bölümünün üretim yaptığı damarların meyilleri artmakta (50° — 70°); kalınlıkları azalmaktadır. Bölgenin en verimli damarları Çay ve Acılıklar en çok metan ihtiva eden, gaz ve kömür püskürmesi olayı meydana gelen damarlardır.

Olaylar incelendiğinde; diğer damarlarda da degaj olayları meydana geldiği görülmüştür. Genellikle bakir damarların kesilmesi esnasında, damar içi hazırlık süresince, damar düzlemi boyunca ufak atım ve fay zonlarında, kömürün kalınlığı veya incelendiği kesimlerde gaz ve kömür püskürmeleri meydana gelmektedir.

Metan Drenajı uygulaması bölgenin bu kesiminde yapılmaktadır.

Bu yazıda, 1969 - Kasım 1976 yılları arasında meydana gelen ölümlü - ölümsüz degaj olayları, degaj olabilecek iş yerlerinde uygulanan tüm tedbirler anlatılmakta ve edinilen tecrübelerin ışığı altında yapılan çalışmalar izah edilmektedir.

1973 yılından sonra degaj ihtimali bulunan yerlerde can güvenliği bakımından geliştirilmeye çalışılan özel tedbirler uygulanmaya başlamış ve 1975 yılı başında bir yönetmelik taslağı hazırlanmıştır. (EK - 1)

Neticede 1969 -1976 yılları arasında meydana gelen en mühim 17 olayın tüm detayları tablo - 3'de toplanmış ve olayların kritiği yapılmıştır.

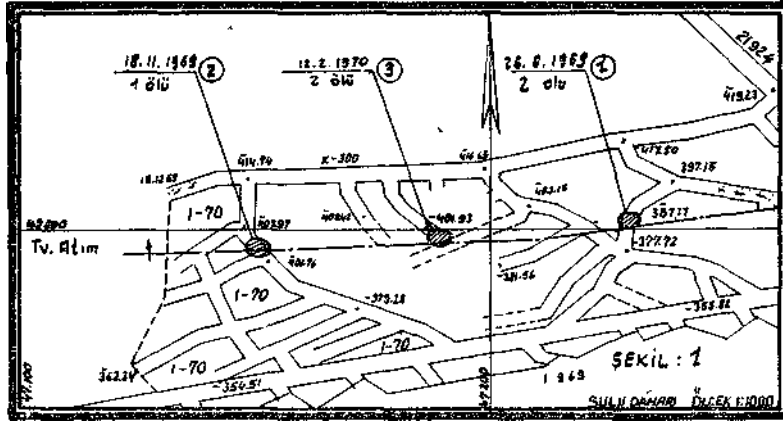
Uygulayıcı olarak en ufak bulguların can ve mal kayıplarını önliyeceği bilinci içinde eleştiri ve araştırmaların müesseseye, memlekete ve insanlığa fevkalâde faydalı olacağı kanısındayım.

2 — E.K.İ. Kozlu Bölgesinde Meydana Gelen veya Getirilen Ani Gaz ve Könuür Püskürmesi Olayları :

1) —425/22944 sulu damarından havalandırma gayesiyle sürülmekte olan ilk başyukarı —387 kotuna geldiğinde, 22.6.1969 tarihinde meydana gelmiştir.

Başyukarı 45° meyilli, ağaç tahkimatlı, orta çatal ve anbar bölmeli, takviye kilit tahkimatlı sürülmekteydi. Kömür sert olduğundan alın kapağı tutulmamıştı. Grizu önceleri % 0,6-8 ölçülmüştür.

Olay sonrası; başyukarı tamamen posta ile dolmuş, % 6 dan fazla grizu ve 60 ton çok ince kömür açığa çıkmıştır. İki işçi posta ve gaz içinde kalarak boğulmuştur .(Şekil - 1).



2) 18.11.1969 günü aynı sulu damarında birinci başyukarının 60 metre ilerisinden —425 kotundan —360 kotuna delinmek üzere sürülmekte olan ikinci başyukarı alını —402 kotuna geldiğinde tekrar ani bir gaz ve kömür püskürmesi olmuştur.

Olayda bir işçi telâş neticesi adam yolu yerine kömür anbarına atlıyarak gaz ve kömür postası içinde boğulmuş, diğer üç kişi vantpleri yırtarak hayatlarını kurtarmışlardır. Bu bacada grizu ölçmeleri % 06 - 8 civarında iken; olay sonunda % 10 dan fazla olmuştur. Vantpler posta altında kalmış ve başyukarı posta ile dolmuştur. 120 ton posta alınmıştır.

Tanıklar olayın kütleme ile hissedildiğini ve etraflarının toz bulutu ile kaplandığını ifade etmişlerdir.

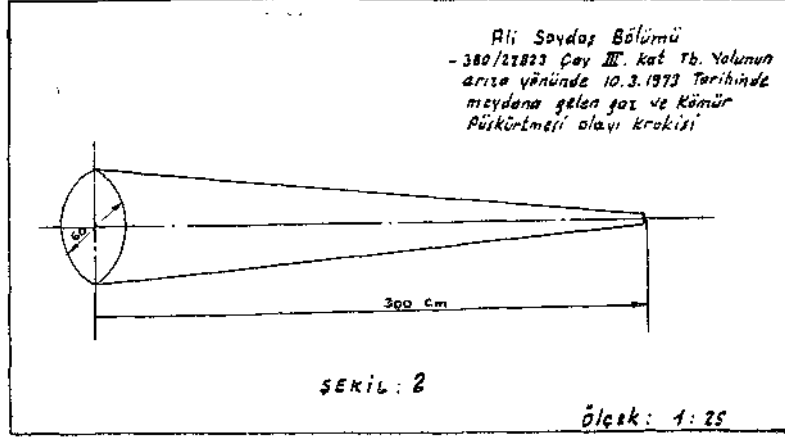
3) 12.2.1970 günü, önceki olaylı başyukarılardan arasındaki bir toplama bacasında, kömürün çekilmesi esnasında, aniden intışar eden fazla miktardaki grizu iki işçinin ölümüne sebep olmuştur. Bu bacada grizunun intışar ettiği yer diğer iki başyukarı ile aynı kota rastlamaktadır.

Bu üç olay incelendiğinde (şekil-1); Başyukarılardan bir faya (Tavana atım) rastladığı ve bu kesimdeki kömürde ani geveşme ile 1-1,5 metre kadar daha kalınlaşma olduğu görülmüştür. Tahkimatta kırılma ve bozulma olmamıştır.

şekil -1,1-2-3 ney olayların yerlerini ve degajdan sonra tesbit edilen fayı göstermektedir.

4) 10.3.1970 tarihinde Ali Soydaş'ta —360/22823 çay 3 nc kat tabanda meydana gelmiştir.

Demir bağların arasından 0,60 metre çapında ve 3 metre derinliğinde muntazam bir koni boşluğu (tornada çekilmiş gibi) meydana geldiği görülmüştür. nce dinamit atılmasından meydana geldiği sanılan boşluğun, faya yakın ufak çapta bir degaj boşluğu olduğu saptanmıştır. Açığa ıkartı posta toz halinde etrafa saçılmıştır. (şekil - 2).

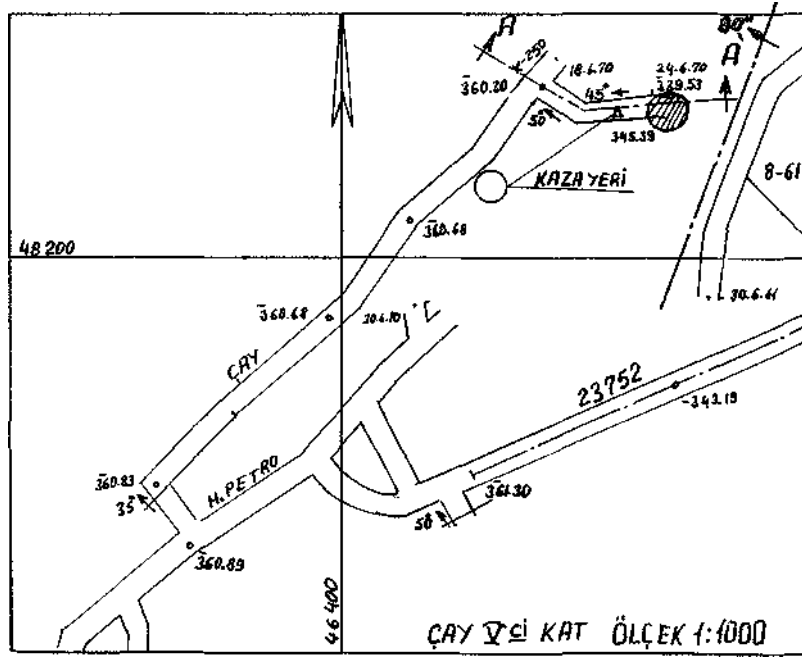
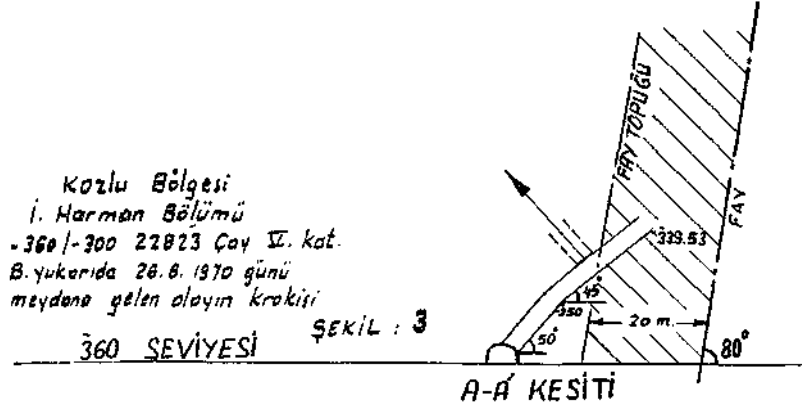


5) 26.6.1970 tarihinde, İncirharman Bölümü —360/-—300/22823 çay 5 nci kattan sürülmekte olan ilk başyukarınm —339 kotunda meydana gelmiştir. Olay saati 02.45, damar meyli 50°, başyukarı 32 metre boyunda, meyil 45° diyagonal, kazı martopikör ve kazma ile yapılıyordu. Tahkimat şekli ağaç; arabağlı, kilit ve anbar bölmeli, alma çift kapak tutulmaktadır. Kömür sert olup, kütleme yapmakta, grizu olay öncesi % 06 - 8 ölçülmüştür. Havalandırma; 10 H.P. lik elektrik pervanesi ile 130 metre mesafeden 600 mm.îik vantüple yapılmaktadır.

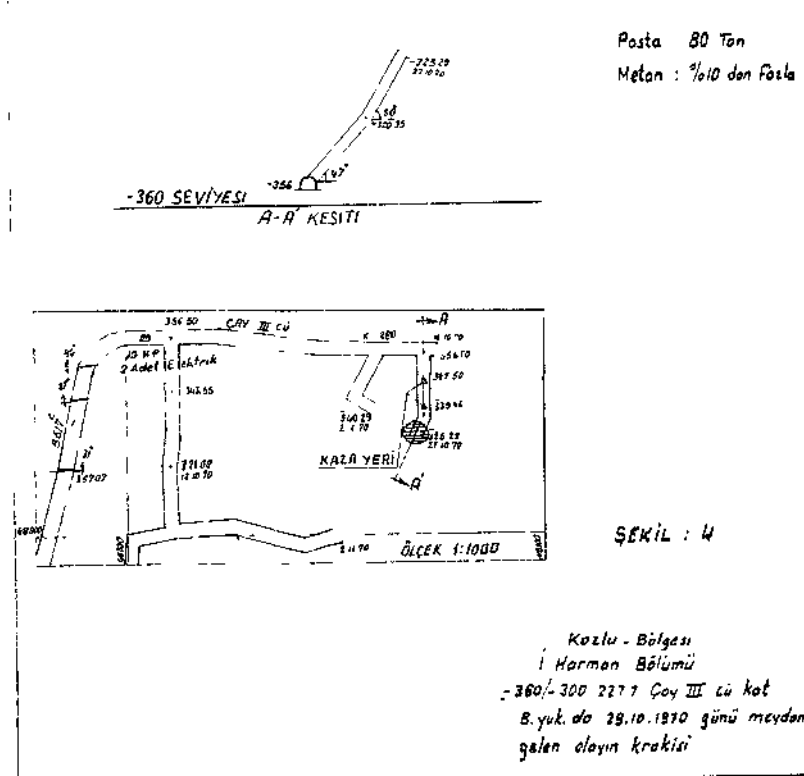
Olay sırasında tozma ve kütleme ile beraber % 10 dan fazla grizu ve 226 ton posta açığa çıkmıştır.

Kömür, adam yolunu ve anbarı doldurarak, havalandırma vantüpu posta altında kalmıştır. Martopikör hortumuna ayağı takılan bir işçi posta ve gaz içinde kalarak ölmüştür. Şekil - 3 te A-A' kesitinde görüldüğü gibi ok istikametinde sürülmesi plânlanan başyukarı fay topuğuna girmiştir.

6) 29.19.1970 tarihinde İncirharman Bölümü —360/-—300/22717 Çay 3 ncü kat başyukarının —325 kotunda saat 20.00 de meydana gelmiştir. Damar meyli başlangıçta 46° iken —339 kotundan sonra 50° ye yükselmiş ve başyukarı diya-



gonal sürülmeye başlanmıştır. Başyukarı 36 metre boyunda, aynı damar içinden 60 metre mesafede sürülen ikinci bacadır. (Şekil - 4).



Kazı aracı olarak kazma ve martopikör kullanılmış, normal tahkimata şeş-beş kapaklar ilâve edilmiştir. Kömür sertti rve kütleme yapmaktadır. Grizu olay öncesi %0 7 civarında ölçülmüştür. Baca 10 H.PJik çift elektrik pervanesi ve 600 mm.lik vantüple havalandırılmaktadır.

Çalışma esnasında aniden kütleme ile meydana gelen olay sonunda; 80 ton ince kömür ile beraber % 10 dan fazla grizu açığa çıkmış, posta adam yolunu dahi doldurmuş 3 kişi posta ve gazdan boğulmuşlardır.

Olaydan sonra başyukarı meylinde artma, kömürde kalınlaşma tesbit edilmiştir.

7) 26.5.1972 tarihinde İncirharman Bölümü —425 kotundan —369 kotuna delinmek üzere sürülen 22944 Acılık hazırlık başyukarı —405 kotuna ulaştığı esnada meydana gelmiştir.

Damar meyili 67°, başyukarı meyli 42° diyagonaldır. Dip kısmında 5 metrelik kelebe vardır.

Tahkimat ağaç bağlı, orta çatal ve anbar bölmeli, alın kapaklıdır. Olaydan 15 dakika evvel yapılan kontrolde grizu % 04 - 5 ölçülmüştür. Başyukarı 10 H.P. pervane ile 210 metreden havalandırılıyor. Kömür oldukça sert bir yapı göstermekte, kazı aracı olarak martopikör ve kazma kullanılmaktaydı.

Olay sonunda kömürde şişkinlik ve gevşeme olduğu, açığa çıkan postanın kelebeyi tamamen, adam yolunu kısmen doldurduğu saptanmıştır. Bir kişi ölmüş, 2 kişi kaçarak kurtulabilmiştir. Açığa çıkan gaz % 10 dan fazla, kömür ise 30 tondur.

8) Ali Soydaş Bölümü —360/22825 ara kat rekup lâğımında, lâğım atılması neticesinde kesilen Kürt Şerif damarında 19.3.1973 günü meydana gelmiştir.

Daha önce 20 metrelik sondajla Kürt Şerif damarı 9.5 metre mesafede 0.60 metre kalınlıkta kesilmiştir.

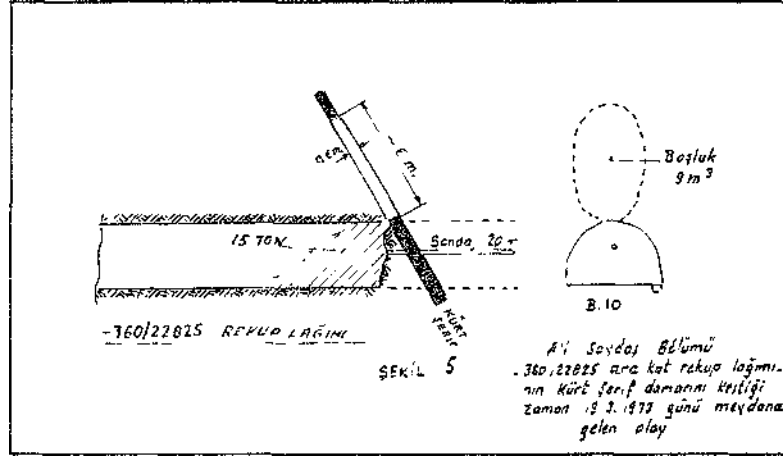
Lâğım atılmasını müteakip galerinin tavanından gaz ve kömür basınçla püskürerek bacayı doldurmuştur.

Meydana gelen boşluk damar kalınlığınca 6 x 3 metre boyutunda olmuş, 15 ton çok ince kömür alınmıştır. 16 saat müddetle % 2 grizu intişarı olmuştur.

Galeri, 10 H.P.lik elektrik pervanesi ile 600 mm.lik 210 metre boru ve vantüple havalandırılıyordu. (Şekil - 5).

9) İncirharman Bölümü —358/22804, —414/22945 Çay Hazırlık panosunda gaz sondajları uygulaması.

Bu kesimde; Çay 2 - 3 ncü katlar 3 - 5 metre, 4 ve 5 nci katlar ortalama 5 metre kalınlıktadır. Damar meylinin 20° - 60° arasında değişmesi, üretim sisteminin uzun ayak



yerine; —378/—414 kotları arasında baca toplama ve —357/—378 kotları arasında göçertmeli uzun ayak metodu uygulamasını gerektirmiştir.

Damarın değişen eğim ve kalınlıklar göstermesi her an bir degaj olma ihtimalini kuvvetlendirmiştir. Tedbir olarak; Hacı Petro taban damarından ilk havalandırma başyukansı sürüldükten sonra —414 Hacı Petro taban yolundan 15-20 metre aralıklarla çay damarını kesip geçen ferahlatma sondajları yapılmış; aynı zamanda Çay'ın katları da tesbit edilmiştir (Şekil-6 A-A'kesiti).

—378/—414 kotları arasında üretim ana başyukarıları mm 3 ncü kattan sürülmesi esnasında üç istikamette 15 - 30 metre boylarında, 50 mm. çapında devamlı sondajlar uygulanmış; —404 kotunda her iki baca alınındaki sondajların damar meylinin bükülme noktasını bulduğu noktalarda yüksek basınç altındaki metan gazı püskürerek açığa çıkmıştır. Bu esnada sondaj tijleri eğilmiş ve joy sondaj makinesi geriye fırlatılmıştır. Grizu oranı % 10 dan fazla olmuş, 16 saat baca alınına girilememiştir.

Başyukarılarda devamlı olarak otomatik grizometre kullanılmış, gerekli emniyet kapakları yaptırılmış, adam ve posta yolu ayrılmıştır.

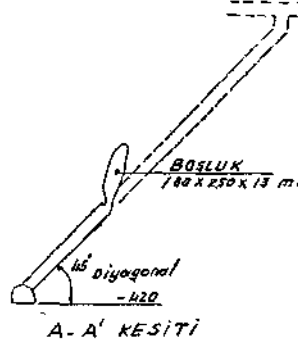
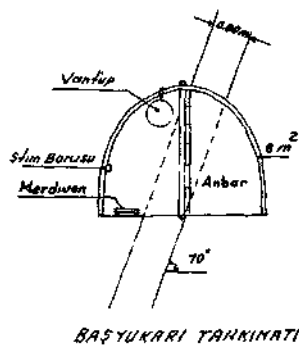
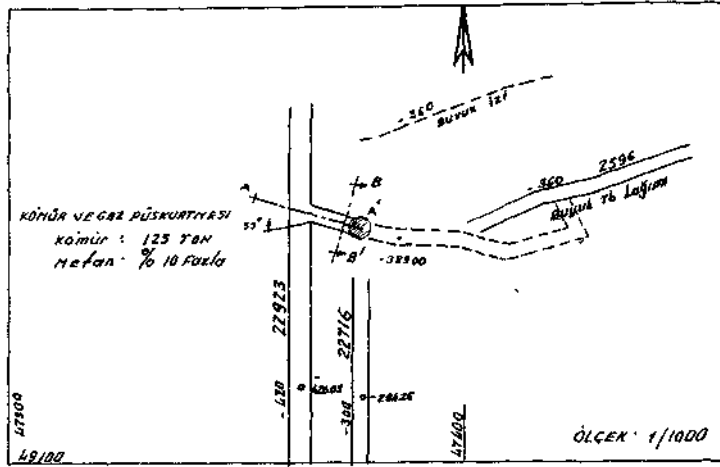
Ayrıca; panonun üst kotlarında kısmi metan drenajı uygulanmış, 2-3-4, 5-6-7 No.lu sondajlar drenaj boru şebe-

lik elektrik pervanesi, 600 mm. çaplı boru ve vantüple havalandırılmakta idi.

Normal olarak, % 06 dan fazla grizu tesbit edilmedi. Dinamit patlatılmasından tahminen 10 dakika sonra olay sonunda dönüş havasında (Ateşleme yerinde) % 6 dan fazla, başyukarınm hemen dibinde ise; % 6 -10 arasında değişen grizu tesbit edildi. 18 saat sonra bu miktar % 09'a düşebilmiştir.

./w/v>^* eeÜMI

223Z3 -Als/-3EÜ Kari/}#I fFPAS/tjü> UriV/ll/iVOI/tff/I vE Ar*KİFY#r
e/iYEs> it.* bär/e fi>ç/ &oe c/rust/>xr/<ı ot/># s#fYi/K/>tr/E>/}



Tahkimatta bozulma olmadı, püsküren 125 ton ince kömür postası alınarak, alın açıldığında kömürde eskiye göre 1 metre genişleme ve alında 1.8 x 2.5 x 13 metre boyutlarında damarın azami meyline uzanan bir boşluk görülmüştür.

Kimsenin kazalanmadığı bu olayda; başyukarıda uzaktan lâğım atılmak suretiyle ilerlenmesi çok faydalı olmuştur (Şekil-7).

11) 15.9.1974 tarihinde, —416/22926 Acılık damar yatımı sağ tabandan —360/22824'e delinmek üzere sürülen ük Acılık başyukarısı —402 kotunda meydana gelmiştir.

Başyukarı; ağaç yığma bağlı, orta çatal ve anbar bölmeli, alın gerisinde şeş-beş ve alın kapaklı, ayrıca kilit tahkimatı ile takviye edilmişti.

Damar meyli 32°, kömür orta sertlikte, taban taşı elde idi.

Başyukarı 40 H.P.lik elektrik pervanesi ile 190 metre mesafeden 600 mm. çapında vantüple havalandırılıyordu. Aym hattan çatal yapılarak 400 mmlik vantüple dip taban yolu havalandırılıyordu. Yapılan grizu kontrollerinde genellikle %06'dan fazla tesbit edilememiştir. Şekil-8A-A' kesitinde görüleceği gibi normal damar meyli 50° civarında olması gerekirken başyukarımn 35° meyilde gitmesi neticesi bir arıza olabileceği düşünülerek, 14.9.1974 günü bacada çalışma durdurulmuş, anbar bölmesi ve şeş-beş kapaklar takviye edilmiştir. 15.9.1974 günü sondaj yapılarak 45° de ilk sondaj 2 metrede, 40°de Unci sondaj 1.5 metrede taşa saplanmış; 60° de III. ncü sondaj 7.5 metre kömürden ilerletilerek diğer vardiyeye teslim edilmiştir. III. sondaj toplam 9.5 metre kömürden ve 1.5 metre taştan delinerek sökülmüştür. Sondaj müdetince yapılan kontrollerde grizuda bir değişme olmamıştır (% 06). Aynı gün 1 nci posta da başyukarıda ilerleme yapmak üzere 2 kazmacı 1 işçi tertip edilmiştir. Saat 19.00 da emniyet nezaretçisi alını kontrol ederek % 06 grizu ölçmüş ve saat 20.00 civarında alında ani bir gaz ve kömür püskürmesi meydana gelmiştir. Adam yolundan ceket ve takımları ellerinde

olduğu halde inmekte olan işçilerden gerideki 2 si gamdan boğularak hemen, taban yoluna yuvarlanan diğeri de kaldırıldığı hastahane de ölmüşlerdir.

Bulgular : Olay sonunda 75 ton civarında ince kömür ve % 10 dan fazla grizu açığa çıkmış, posta sadece anbar kısmına dolmuş, adam yolu tamamen boş kalmıştır. Tahkimatta bir bozulma olmamış, alında 3 bağın boyundurukları kırılmıştır. Vantüp posta içinde gömülü kalmış, taban yolundan kasnaktan ayrılmıştır. İşçiler özel olarak eğitilmelerine rağmen, ağır hareket ederek, başyukarıyı terk ederken takım ve ceketlerini almak için zaman kaybetmişlerdir. Olaydan sonra başyukarı alnında damar düzlemine paralel bir fay tarafından damarın tavana atıldığı tesbit edilmiştir.

12) 19.11.1974 —425/22925 Acılık rekup lâğımından 30° meyille yapılan Acılık arama 3 ncü sondajından 7 metre taşta ilerledikten sonra basunç altında grizu püskürerek burguları eğmiş, sondaj makinasını geriye fırlatmıştır. Başlangıçta % 06 olan grizu; o vardiye müddetle dönüş havasında % 2 - 2.5 dan aşağı düşmemiştir. Baca 10 H.P.lik elektrik pervanesi ve 600 mm.lik vantüple 60 metre mesafeden havalandırılıyordu.

Bu kesimde damarlar arızalı ve eziktir, meyilleri 48° civarındadır (Şekil - 9).

13) Bu olay; 15.9.1974 tarihindeki II. nci olayın meydana geldiği Acılık damarından ilk sürülen başyukarınm 30 metre ilerisinden aynı kottan çıkılan ikinci Acılık başyukarısmda 31.12.1974 günü meydana gelmiştir.

Bu başyukarıda çalışmalar esnasında ilâve tedbir olarak; otomatik grizometre (Ses ve ışık sinyalli) kullanılmış ve her vardiye için özel birer nezaretci vazifelendirilmiştir. İşçiler degaj olaylarına karşı ve iş yeri koşullarına göre uyarılmış ve eğitilmişlerdir. Vardiye süresince periyodik grizu kontrolü yaptırılmıştır.

İşçilere; herhangi bir olayda veya grizometrenin sinyal vermesi halinde süratle ve beklemeden iş yerinin terk edilmesi önemle anlatılmıştır. Bacanın genel tahkimatı; daha

kadar kömürü kazma ile kazdırarak kazılan yere kapağı tekrar yaptırdım. Çalışma esnasında damar kesmesi tabir ettiğimiz kütleler oluyordu. Sonra ikinci kapağı söktük ve alın kömürüne ilerleme yaparken tavandan şiddetli bir şekilde tekrar kütleme oldu ve kömür kavlaklar halinde alından dökülmeye başladı. Kavlanmış kömürü kazma ile düşürdüm. 40x50 cm. ebadında idi. Alında hafif hafif tozma vardı ve çok daha şiddetli bir kütleme ile üzerimize doğru toz halinde kömür gelmeye başladı. Kazmacılara kaçın diye bağırdım ve hiç beklemeden kapakların arkasına atlıyarak aşağı doğru kaçmaya başladık. Yanımızdan sigara dumanı gibi kesif bir toz bulutu gelip geçti. Ayağından takılan kazmacı Satılmış Türkmen'i de taşıyarak ekip olarak salıman taban yoluna indik. Fenalaşan arkadaşları vantübü yırtarak ferahlattım.»

Başyukarı, alma kadar yığma ağaç bağlı olup, 5 metre geriye kadar kilit çekilmişti. Alından 10 metre geride şaş-beş emniyet kapakları vardı, vantüp alma 3 metre geriden hava üflüyordu. Alında % 2 ye ayarlı otomatik grizometre asılı idi. Ana yola geldiğimizde dönüş havasında yaptığım kontrolde % 10 dan fazla grizu tesbit ettim.

Kazmacı ustası ise, püskürmenin birbirini takip eden kütleler sonunda meydana geldiğini, nezaretçinin kendilerine çok yardım ettiğini söylemiştir.

Olaydan sonra 80 ton ince kömür alınmıştır.

Bu olay, işçinin önceden eğitilmesinin ve nezaret faktörünün ne kadar önemli etken olduğunu göstermiştir (Şekil - 8 B-B' kesiti).

14) 30.9.1975 günü Kozlu Bölgesi İhsaniye Bölümü —425/21-946 Çay Rekup başyukarıda alın kısmında lâğım atılmasından sonra meydana gelmiştir.

Başyukarı önce H. Petro ve Çay damarmı kesmek üzere 5 m² kesitli rijit demir bağlı sürülüyordu. Boyu 5 metre idi.

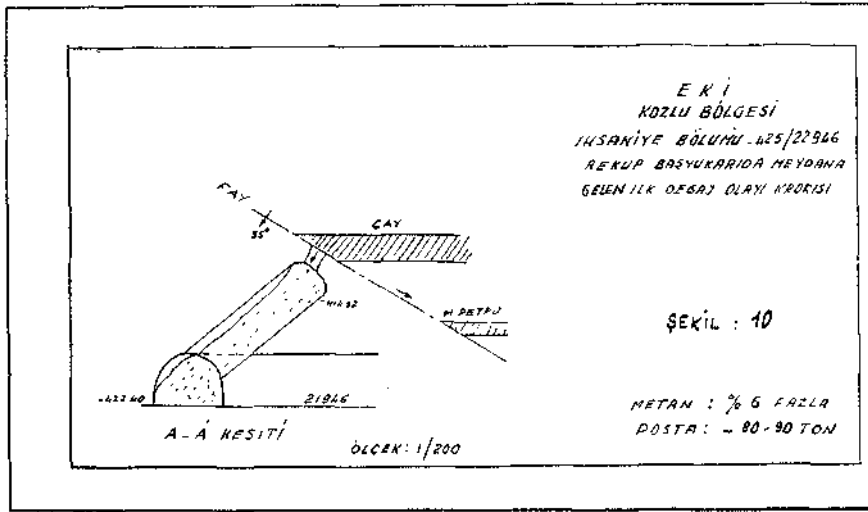
Önce değişik istikametlerde yapılan 3 adet kömür arama sondajından netice alınamamıştı.

Saat 18.50 de 21905 ana lâğımı dönüş ağzında iftar yemeği yenirken emniyet lâmbasının alevinin uzayıp kısaldığı

görülerek, ilgili nezaretciye haber verilmiş ve yapılan grizu kontrolünde dönüş havasında % 6 grizu tesbit edilmiş ve baş-yukarının dibe kadar ince kömür postası ile dolduğu görülmüştür.

Alman hava numunesinde; O_2 % 12, CH_4 % 46, CO_2 % 1 ölçülmüş ve 80 ton ince kömür alınmıştır.

Bu, İhsaniye Bölümünde meydana gelen ilk degajman olayıdır (Şekil - 10).



15) —425/22926 Acılık Reкуп Lâğımının Acılık damarını kesmesi esnasında, lâğım ekibi arma giderken % 2 grizu-ya ayarlı otomatik grizumetre sinyal vermeye başlayınca, işçiler 1 No.lu ateşleme yerine (Şekil - 11) sığınarak önceden hazırlanan basınçlı hava teneffüs tertibatım açmak suretiyle kendilerini emniyete almışlardır.

Yapılan kontrolde ateşleme yerinde % 2 - 3, lâğım alınında 1 saat sonra % 4 - 5 grizu tesbit edilmiştir. Püsküren posta 15 tondur. —425/22926 Acılık panosunun damar yatımı sağ kanadında daha önce iki püskürme olayı meydana geldiği bilindiğinden bu iş yeri için alınmış olan özel tedbirler şunlardır :

Alının 10 metre gerisine ikinci teneffüs tertibatı bağlanmıştır.

2 — Her vardiyeye için ekibin başına ve —360 çıkış nefesliği basma birer grizu dedektörlü nezaretçi vazifelendirilmiştir.

3 — % 2 grizuya ayarlı otomatik grizumetre (Işık ve ses sinyalli) her çalışma vardiyesinde aim gerisine tavana asılmıştır.

4 — İlgili tüm işçi, nezaretçi ve mühendisler plân ve özel krokiler üzerinde aydınlatılmış, bütün ilgililer uyarılmıştır.

5 — Dönüş havasının etkisi altında kalan Çay II - III kat ayaklar boşaltılmış, giriş ve çıkışlar kontrol altına alınmıştır.

6 — Telefon irtibatı kurulmuş ve lâğım ateşlenmeden önce —360 nöbetçisi haberdar edilmiştir.

7 — Lâğım ateşlenmesi 1 Nolu ateşleme yerinde yapılmadan önce basınçlı hava teneffüs tertibatının açılması ve ateşleme sonunda en az 20 dakika bekledikten sonra keseneci ve barutçunun alma kontrol için birlikte gitmeleri için talimat verilmiş, diğer işçiler temiz havada bekletilmiştir (Şekil - 11-a teneffüs tertibatı).

8 — Nezaretçimin devamlı şekilde grizu kontrolü yapması ve mühim hallerde ilgili Ocak ve Bölüm İstihsal Başmühendisini haberdar etmesi için talimat verilmiştir.

9 — 2.40 metrelik bulgularla her ilerleme ahunda devamlı surette kılavuz delikleri delinmiştir.

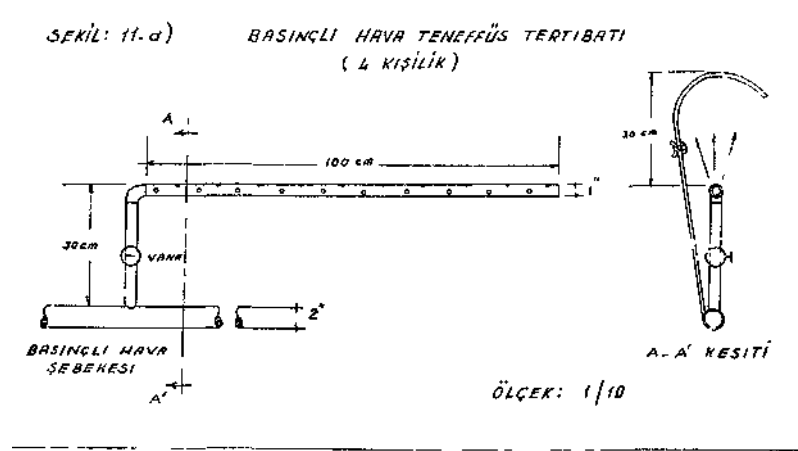
22.8.1975 günü saat 19.00 da meydana gelen gaz ve kömür püskürmesi sonunda iş yeri tahliye edilmiş, son durum tekrar müzakere edilerek galerinin sol tavanına ilâve sondajlar yapılması suretiyle tabakaların ferahlatılması ve ateşleme yerinin nefeslik gerisindeki 2 numaraya alınması kararlaştırılmıştır.

8.9.1975 günü gündüz vardiyesinde kömür henüz pabuç seviyesinde iken lâğım atıldıktan hemen sonra intişar eden grizu miktarı :

Saat	Alında % CH ₄	Gerljäe % CH ₄	
17.00	5	2.6	
18.00	4	2.6	
19.00	3	2.2	Posta 15 tondur
21.00	2	1.9	
22.15	1.6	1.4	(Nefeslik çıkışı)
01.00	1.5	1.8	
03.00	1.3	1.5	
06.45	0.9	1.2	(Tavanlarda)

Yukarıda izah edilen emniyet tedbirleri ve uygulamalarla alma üç istikamette yapılan 10 - 25 metre boyunda sondajlarla 40 metrelik Acılık taban yolu 2 ayda olaysız olarak sürülebilmiştir.

Alın 270 metre mesafeden 40 H.P.lik elektrik pervanesi ve 600 mm.lik hava borusu ve vantüplerle 240 m³/dakikalık faydalı hava ile havalandırılıyordu (Şekil - 11).



16) Aynı taban yolunun altına yakın —417 kotundan —360 kotuna delinmesi plânlanan Acılık Başyukan alını —402 kotuna ulaştığı esnada 20.11.1975 günü saat 18.50 de büyük çapta bir gaz ve kömür püskürmesi meydana gelmiştir. Olay çok ani olmuş, çalışma esnasında alında vazifeli emniyet nezaretçisi ve kazmacı kaçamıyarak ince posta ve gaz-

dan boğulmuşlar, onlara malzeme taşıyan iki kazı yardımcısı şiddetli hava ve posta tazyiki ile 20 metre kadar başyukarı içinden itilerek taban yoluna, biri araba içine olmak üzere yuvarlanmışlardır. Bir an kendine gelen işçilerden Muhammet Bayram el yardımı ile kendisine daha önce öğretilen ve tam başyukarı dibinde bulunan basınçlı hava teneffüs tertibatının vanasını açarak kendisini ferahlatmış ve daha sonra araba içindeki arkadaşını taşıyarak bu fisketenin başına getirmiştir. Bu sırada iş yerini kontrol etmek üzere olay yerine gelen Mes'ul Nezaretci kendilerini temiz havaya taşıyarak kurtarmış, fakat başyukandan çok kesif grizu geldiği için müdahalede bulunamamıştır.

Olay yerinde kurtarma çalışmaları ile beraber yapılan grizu ölçmeleri tablo - 1 de görülmektedir. İlk defa bir püskürme olayı neticesinde açığa çıkan saf metan miktarı bu olayda saptanarak grafiği çizilebilmiştir. Grafiğin çizilmesinde ölçü yapılamayan, olayın başlangıç saatine rastlayan kısım tahmini olarak kesik çizgi ile gösterilmiştir.

İlk ölçme 19.45 te % 6 lık ded'ektörle yapılmış ve dakikada 18.85 metre küp saf metan açığa çıktığı ve hava miktarının 314 metreküp olduğu saptanmıştır. Saat 18.50 den 04.25'e kadar 9 saat 35 dakikada yaklaşık olarak 4875 metreküp saf metan serbest hale geldiği hesaplanmıştır (Tablo-1). Alınan ince kömür 45 tondur.

Diğer olayların ışığında bu bacada uygulanan tahkimat; şekil - 13 te görüldüğü gibi noksansız tatbik edilmiştir.

Bulgular :

Olaydan sonra, başyukarmm adam yolu 12 metre tamamen açık, üst kısmı posta ile dolu idi. Vantüp posta altında idi. % 1.5 grizuya ayarlı otomatik grizumetre göçek açıldığında halâ sinyal veriyordu. Nezaretcinin % 10 luk grizu dedektörü göstergesi siler halde yani % 10 dan fazla grizu gösteriyordu ve pompası yerinden çıkmış haldeydi.

İki kazazede çok ince kömür içinden ve şeş-beş kapaklann gerisinden ölü olarak alınmışlardır.

Bir laboratuvar olarak kullanılan —425/22926 Acılık Damarı Hazırlığı; E.K.İ. Müessese Müdürlüğü tarafından tüm bölgelerde talimat olarak uygulanması istenen taslağın hazırlanmasında öncü olmuştur.

Tablo 1 — 20.11.1975 Günü saat 18.50 de —425/22026 Acılık Başyukanda meydana gelen ani püskürmeden hemen sonra yapılan ölçmelere göre kendi basıncı ve 4Ş H.P.lik vantilatör dönüş havası ile açığa çıkan metan (CH₄) miktarı çizelgesi

Yer	Saat	CH ₄ Oram %	Hava Miktarı MVdaki.	CH ₄ Mörten AF/dak.	D Ü Ş Ü N C E L E R	
Pervane Dönüş						
Havasında	18.00	0,6-0,7	314	1,88	Ölçme dönüş havasının ve rildiği nefesliğin 20 m. önünde yapıldı. 22.8.1975 Başçavuş Necati Açıkgöz' ün yaptığı metan dedektörü % 6 skalalıdır. Galeriye verilen ve dönüş yapan hava miktarı olaydan 4 gün sonra 24.11.1975 te ölçülebilmıştır. Ölçmeler tebliğ sahibi tarafından % 10 luk metan dedektörü ile yapılmıştır.	
	19.45	6 Fazla	314	18,85		
	20.30	4,5	314	14,10		
	21.30	3,0	314	9,42		
	21.35	2,8	314	8,79		
	21.45	2,5	314	7,85		
	22.15	2,3	314	7,22		
	23.15	2,0	314	6,28		
	24.20	2,0	314	6,28		
	01.25	1,4	314	4,39		
	02.00	1,4	314	4,39		
	04.25	1,3	314	4,10		
						Zekeriya Köse ölü olarak alındı.
						Hava ve gaz ölçmeleri nöbetçi mühendis tarafından yapıldı. Recep Çiv ölü olarak alındı.

Olaydan hemen sonraki 1 - 2 numaralı noktalar, olay yerine ilk gelen vardiyeye nezaretçisi Şaban Kadem'in yaptığı ifade ettiği ölçülere dayanarak tesbit edilmiştir.

Gazın püskürdüğü ve basıncının ve açığa çıkan miktarının en büyük olduğu grafiğin tepe noktası anında ölçü yapılamadığı için zahiri olarak çizilmiştir.

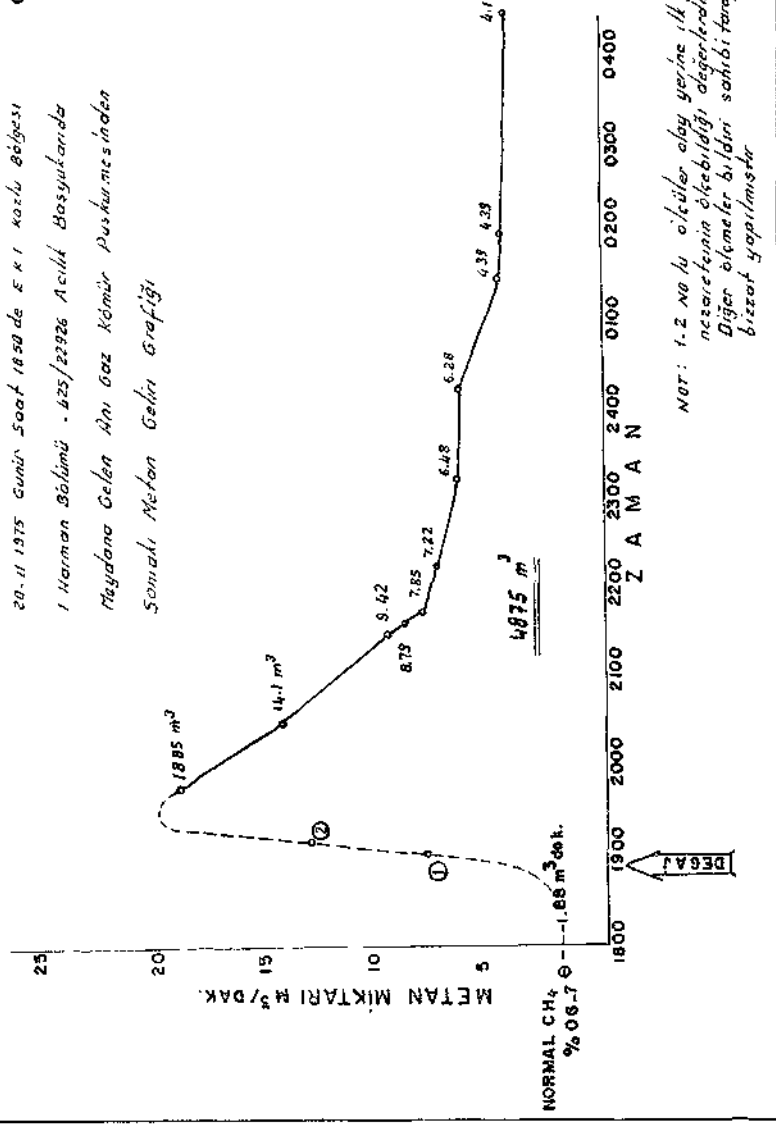
GRAFİK. 1

20.11.1975 Günün Saat 18.50 de EK 1 Kazılı Bölgesi

1. Harman Bölümü - 425/22926 Acıkkı Bostuklarında

Maydana Gelen Hava Gazı Korumu Puhurmesinden

Sonaki Metan Gelin Grafığı



17) 22923 Büyük damarından —415 kotundan —352 kotuna delinmek üzere çıkılmakta olan ikinci başyukarı —396 kotuna geldiğinde 19.6.1976 günü saat 3.30 da degaj olayı meydana gelmiş ve bir işçimiz kaçarken düşerek ölmüştür.

Şekil - 12 de olayın plânı ve kesitleri görülmektedir.

Kazadan önce **başyukarının** genel **durumu** şöyledir :

1 — Büyük damar meyli 63°, başyukarı ise 40° diyagonal olarak sürülmekteydi. Damar kalınlığı 2 - 2.5 metre başyukarı 25 metre uzunluğundadır.

2 — Tahkimat; Ağaç bağlar arası 0.50 metre mesafeli orta çatallı, anbar bölmeli ve ayrıca kilit tahkimatı ile takviye edilmiştir. Baca alınının kendiliğinden boşalmasını önlemek için çift kapak tutulmuştur.

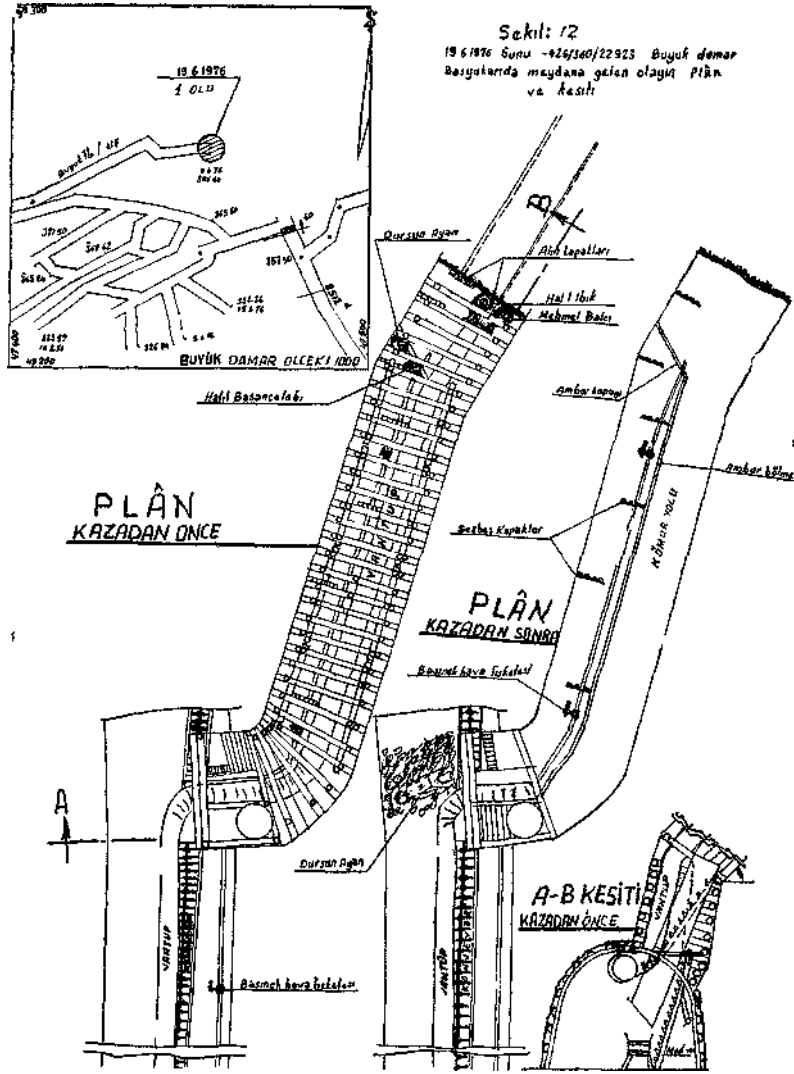
Çalışan personelin ani posta boşalması halinde postanın tesirinden kurtulması için kömür anbarı başı ile alın arasına baca kesitinin yarısını tabandan tavana kapatan kapak (şeş-beş) yapılmıştır.

Kazılan veya boşalan postanın adam yoluna kaçmaması; anbara girmesi için adam yolu tarafı diyagonal yarım kapakla kapatılmıştır (Şekil - 13 Başyukarı tahkimatı).

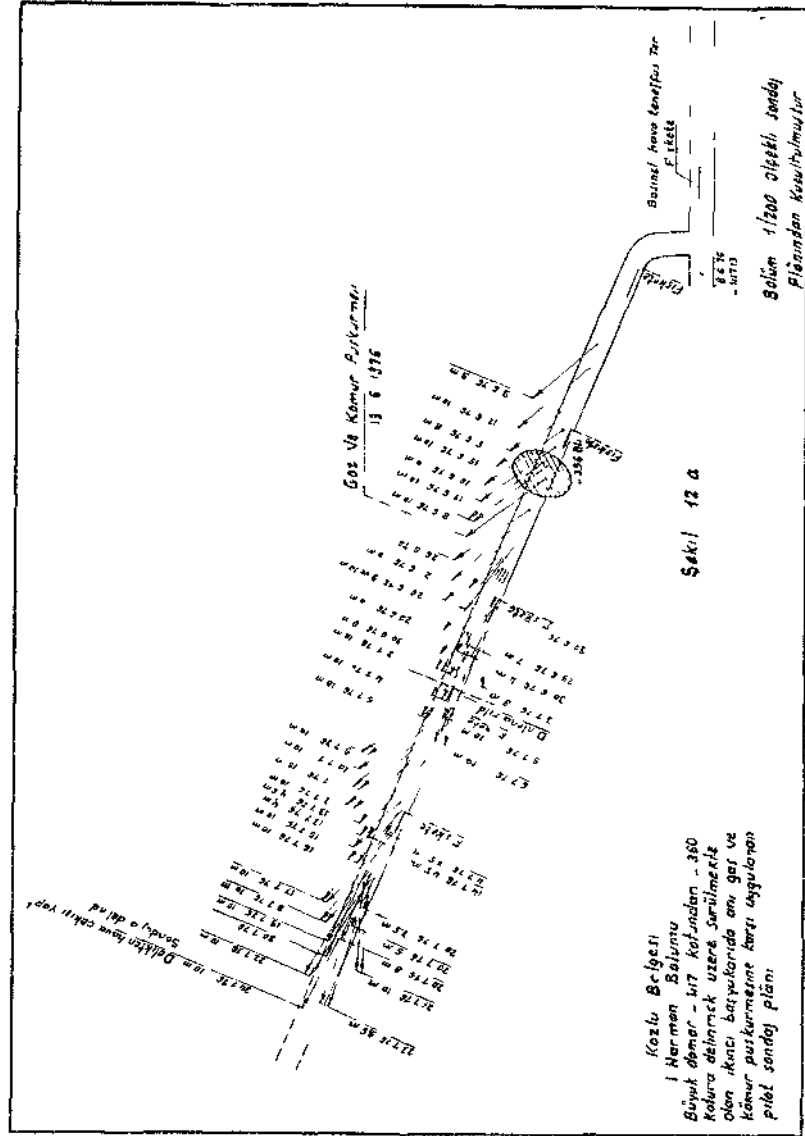
3 — Havalandırma; Başyukarı —425/22923 ana havalandırma başyukarısı gerisine yerleştirilen 40 H.P.lik elektrik pervanesi ve 600 mm. çapında vantüple 270 metre mesafeden müstakil olarak havalandırılıyordu. Alma üflenen faydalı hava 220 metreküp/dakika ve dönüş havasında tesbit edilen grizu % 03 - 6 civarındadır.

Devamlı grizu kontrolü için baca alına her vardiyeye % 2 nisbetinde grizuya ayarlı ses ve ışık sinyalli otomatik grizometre asılmıştır.

Ayrıca; ani gaz püskürmesi halinde, kesif grizu gazı içinde kalabilecek işçilerin teneffüslerini sağlamak gayesiyle, başyukarının adam yolu tarafına 2 adet ve dibine 1 adet basınçlı hava teneffüs fisketesi yerleştirilmiş ve bu fisketelerin kullanılış şekli ve yerleri bacada tüm çalışanlara öğretilmiştir (Şekil-12 Plân görünüşü).



4 — Sondaj durumu : Başyukarıya başlanıldığı günden kazanın meydana geldiği 19.6.1976 gününe kadar 08.00/16.00 vardiyesinde 10 ar metre boyunda değişik istikamette sondajlar yapılmıştır (Şekil - 12-a).



Sondajlar 1.5 - 2.00 metrelik helisel burgular uc uca eklenmek suretiyle ve maz kömür delici (E.K.İ. İmalı) ile delinmiştir. Sondaj esnasında otomatik grizometre ile kontrol sürdürülmüş, neticeler bir sondaj defterine muntazaman yazılmıştır.

Şekil - 12-a bu başyukarıda uygulanan sondajların boylarını ve tarihlerini göstermektedir.

Olay, 13.30 raddelerinde baca alnının sağ taraf taban kömürü püskürerek kendiliğinden dökülmeye başlamış, bunu gören kazmacı ustası baca göçüyor, kaçın diye bağırarak hep birlikte emniyet kapakları arkasına geçerek adam yolundan kazı yedekleri önde kazmacı arkada kaçmaya başlamışlardır. Baca alnından takriben 6 - 7 metre uzaklaştıklarında; arka- larından kesif toz bulutu ve basınçlı gaz gelmeye başlamıştır. Ekip süratle başyukarıdan ve dibindeki 3 metre boyundaki kelebeden aşağı inmiş, yardımlaşarak ilk büyük nefeslik dibine temiz havaya ulaşmışlar, Ancak; o zaman aralarında kazı yedeği Dursun Ayan'm bulunmadığını anlamışlardır. Kazazede Dursun Ayan'm kelebeden telâşla inerken başı üzerine düşerek aldığı yaradan ve gazdan boğulmak suretiyle öldüğü saptanmıştır.

Bulgular :

1 — Metan alarm cihazı (Grizumetre altında çalışır halde ikinci bağda asılı bulunmuştur.

2 — Havalandırma vantüpu posta altında kalmıştır. Dip taban yolunda vantüp kasnaktan ayrılmış halde idi.

3 — Kömür anbarı ince kömürle dolmuş, fakat adam yolu ve altında posta görülmemiştir. Kelebe dibinde çok ince bir ton kadar kömür yığılmıştı. Bacadan 60 ton ince kömür alınmıştır.

4 — Tahkimat; arın bağının sağ yan direği, orta çatalı ve boyunduruğu kırılmıştır.

Ahn kapak ve takmaları vardı. Sağ takma kırılmıştı ve arkasına iri taşlar yaslanmıştı.

5 — Yapılan ilk kontrolde olay sonunda % 10 dan fazla grizu tesbit edilmiş ve sürekli yapılan grizu ölçmeleri (Tablo - 2) ve açığa çıkan saf metan miktarı (Grafik - 2) de gösterilmiştir. Bunlara göre; ilk ölçmede açığa çıkan saf metan miktarı dakikada 25.12 metreküp'e ulaşmış, 9 saat 45 dakika zarfında ise açığa çıkan saf metan yaklaşık olarak 4605 metreküp olarak hesaplanmıştır. Degaj-anında ölçme yapılamamıştır.

dığı için grafik tahmini olarak kesik çizgi ile tamamlanmıştır.

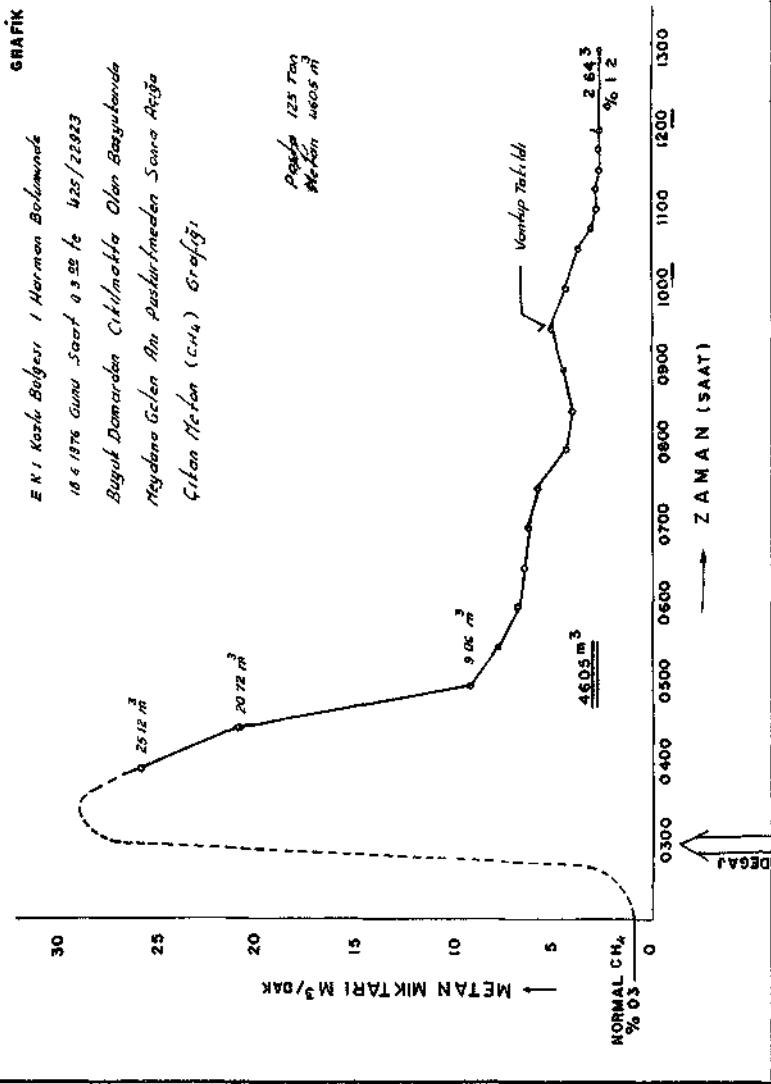
Tablo 2 — 19.6.1976 günü saat 03.00 de —425/22923 Büyük Başyukarıda Meydana Gelen Ani Püskürmeclen Sonra Açığa Çıkan Metan (CH₄) Miktarının Dunumainu Gösteren Çizelge

Saat	CH ₄ MMrtan m ² /4ak.	Hava Müctan tn ² /aäk.	CH ₄ Orans %	DÜŞÜNCELER
03.000	25.12	259	10'dan fazla	Vantüp taban yolunda kesiktir.
03.30	25.12	159	10'dan fazla	
04.00	25.12	259	10'dan fazla	
04.30	20.72	259	8	
05.00	9.06	259	3.5	
05.30	7.77	259	3.0	
06.00	6.73	259	2.6	
06.30	6.47	259	2.5	
07.00	6.21	259	2.4	
07.30	5.70	259	2.2	
08.00	4.40	259	1.7	
08.30	3.88	259	1.9	
09.00	4.40	259	1.7	
09.30	5.18	259	2.0	Vantüp ilâvesi yapıldı.
10.00	4.35	242	1.8	
10.30	3.74	220	1.7	
10.45	3.00	220	1.4	Vantüp alma çıkarıldı.
11.00	2.86	220	1.3	
11.15	2.86	220	1.3	
11.30	2.64	220	1.2	
11.45	2.64	220	1.2	
12.00	2.64	220	1.2	
12.15	2.64	220	1.2	
12.30	2.64	220	1.2	
12.45	2.64	220	1.2	
13.00	2.64	220	1.2	

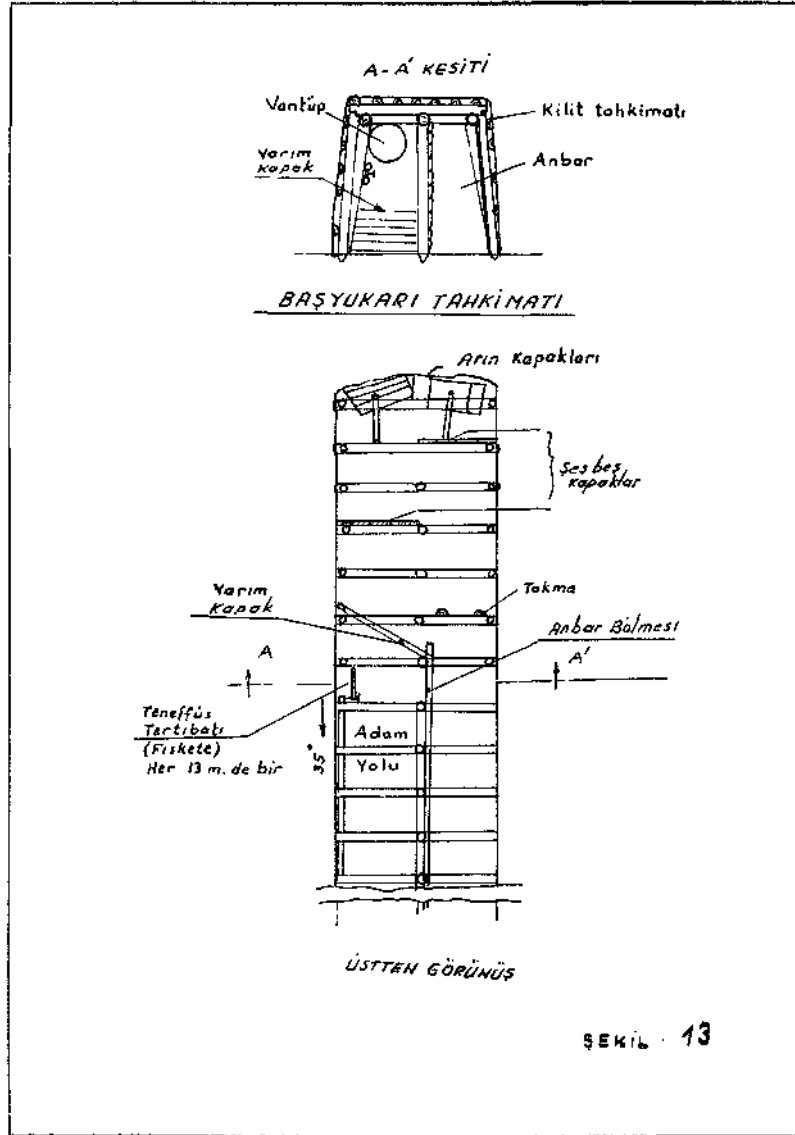
NOT : Tali pervane 40 HP. güöündedir. Püskürmeden önce havadaki oranı % 0.3'tür.

GRAFIK 2

E. K. 1 Kozlu Belgesi / Harman Bölümünde
 16.6.1976 Günü Saat 0.30'de 425/22923
 Büyük Damardan Çıkılmakta Olan Gazın
 Meydana Gelen Anı Püskürtmeden Sonra Arıza
 Çıkan Metan (CH₄) Grafığı

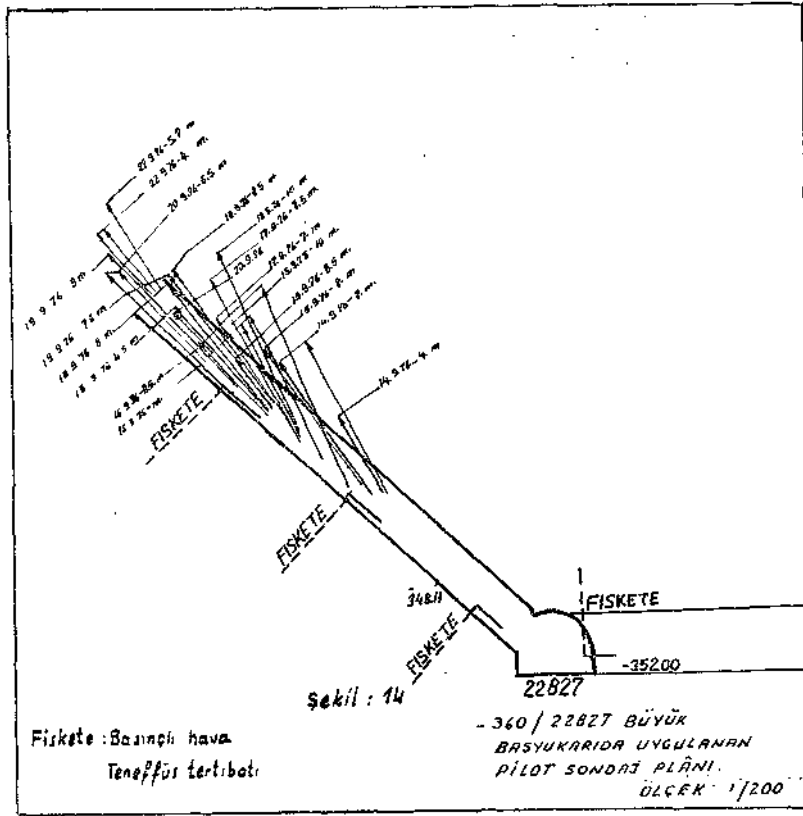


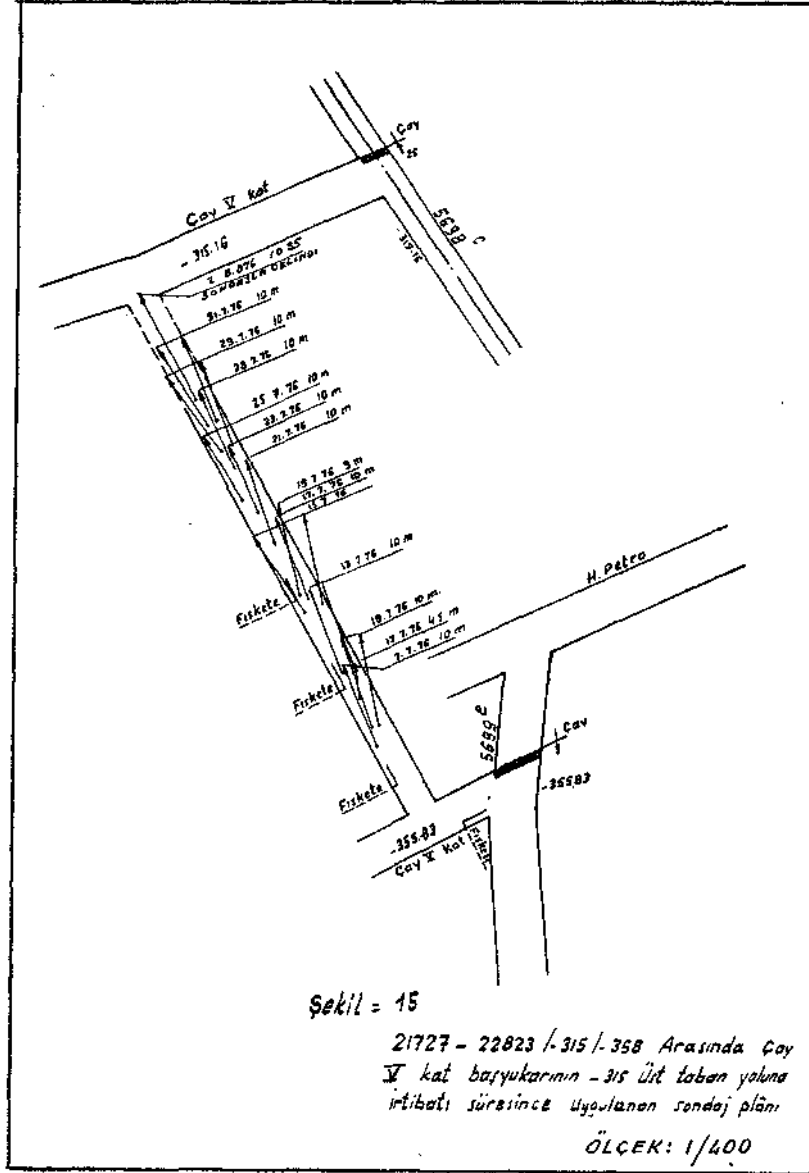
Presi 125 Ton
 Metan 4605 m³



6 — İşçilerin; kendilerine öğretilmesine rağmen panik halinde olduklarından basmçlı hava teneffüs fisketelerinden faydalanmaya çalışmadıkları, şayet fisketeler kullanıyaydı tümünün emniyette olacakları anlaşılmıştır.

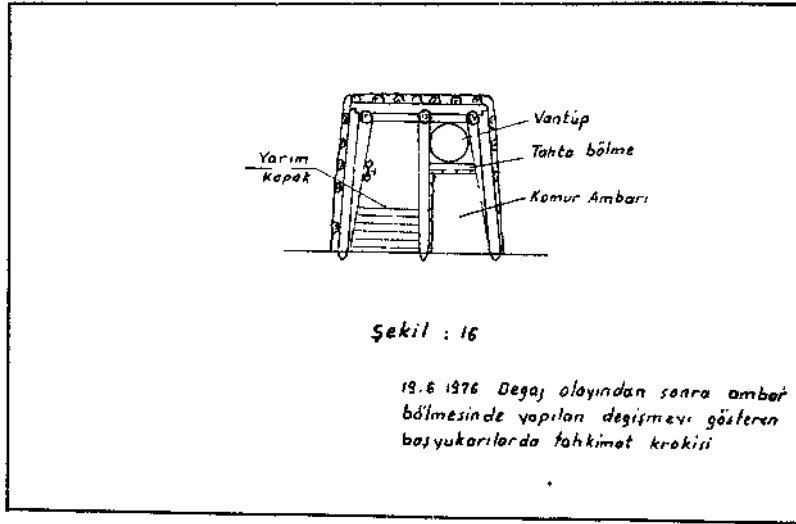
1 — 3 metre yüksekliğindeki kelebede merdivanm; daha kullanışlı olması için deponun aksi tarafına ve adam yolu ağzına dayatılması gerektiği görülmüştür.





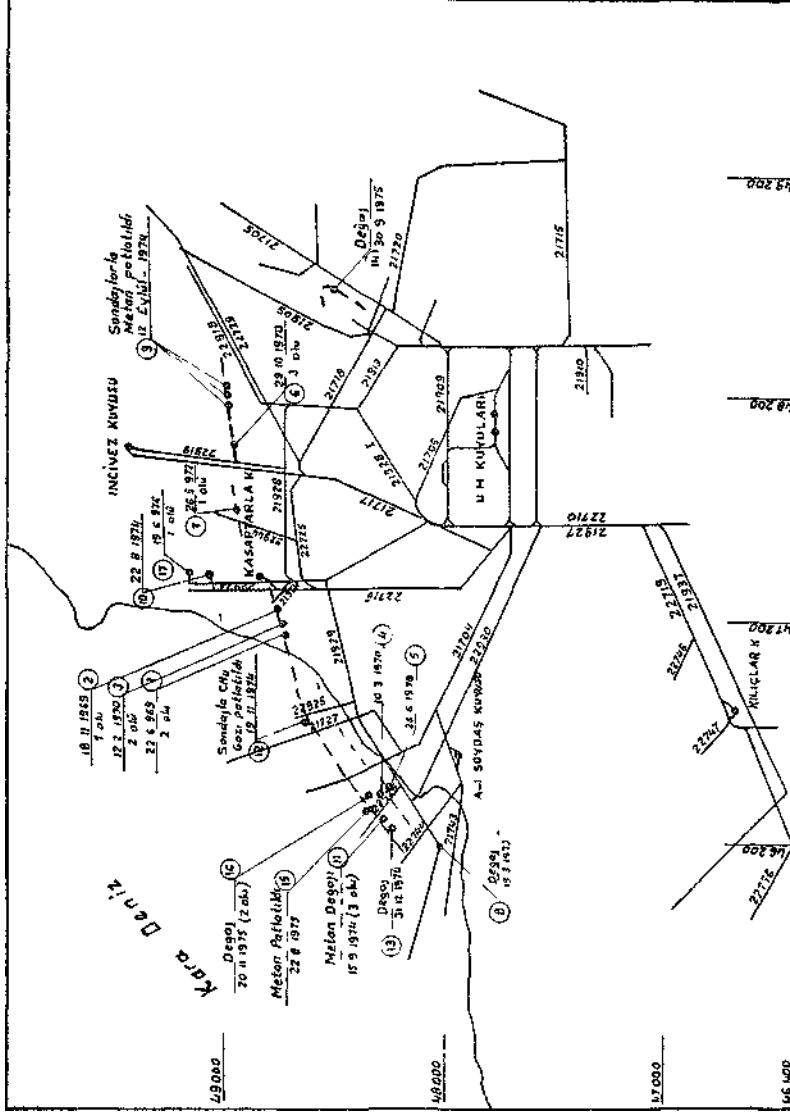
8 — Bu olayda, vantüplerin başyukarı içinde, posta altında kalması neticesi havalandırma kesilmiştir. Kömür anbarının (Şekil - 16) da görüldüğü gibi tanzimi yapılan tatbikatlarda benimsenmiş ve bundan sonraki uygulamalarda vantüpler anbar bölümünün tavanına, tahta perdenin üzerine serilmek suretiyle bir olay esnasında posta içinde kalması temim edilmiş olacaktır.

Şekil - 13 Olayların en çok meydana geldiği bir başyukarı tahkimat kesit ve plânını, şekil - 16 yapılan değişikliği, şekil -14 -15 muhtelif başyukarılarda sondaj uygulama plânlarını göstermektedir.



3 — Olayların Kritiği :

1969 - Kasım 1976 yılları arasında Kodu Bölgesinde meydana gelen gaz ve kömür püskürmesi ve sondajlar neticesi gaz püskürme olayları bir kronolojik sıraya göre tablo - 3 de ve şekil - 17 de gösterilmiştir.



Şekil - 17
E.K.İ. Kozlu Üretim Bölgesinde 1969 - 1976 Yılları Arasında Meydana Gelen GAZ ve KÖMÜR Püskürmesi Olaylarını Gösteren Ünite Plan
Ölçek : 1/20000

Tablo - 3 de olay yerinin özelliği, uygulanan tahkimat, gaz kontrol sistemleri, damar özelliği, kazı aracı ve olay sonunda açığa çıkan gaz oranı ve posta miktarı ayrı ayrı gösterilmiştir. Her olayda ölü veya yaralı sayısı, olay hakkında düşünceler kısaca belirtilmiştir.

Netice olarak; olayların en çok, 40° den fazla meyilli ve kalın damarlarda; arıza ve fay zonlarında meydana geldiği, Bölgenin İncirharman Bölümünün özellikle; degaja müsait damar ve şartlara sahip olduğu fakat, arızalı zonlarda artık İnsaniye Bölümünde de olaylara rastlanabileceği anlaşılmaktadır.

Püskürme olayları kaim damarların tavan ve tabanındaki ince damarlarda da olabilmektedir.

En çok ölümlü kaza martopikör ve kazma ile kazı esnasında olmuş, fakat dinamit atılan yerlerde hiç ölümlü olaya rastlanmamıştır.

17 olayın 9'u ölümle neticelenmiş ve 16 kişi ölmüştür. Son 4 yılda 10 olayın 3'ü ölümlü 7 si ölümsüz neticelenmiştir. Alınan ve ciddi şekilde uygulanan tedbirler neticesini göstermiş ve fakat daha titiz araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Yapılan incelemelerde panoların hazırlanması esnasında detaylı plân ve projelerin yapılamadığı, arıza, fay ve bilinmeyen sahaların gereğince etüd edilemediği, bir çok bulguların olayların nihayetinde aydınlandığı anlaşılmıştır.

4 — Ani Gaz ve Kömür Püskürmesi Olaylarının Azaltılması İçin Öneri ve Temenniler :

a) E. K.İ. Müessesesi tarafından-Maden Emniyet Nizamnamesi 230. maddesine uygun olarak uzun çalışmalar sonunda hazırlanan talimatın (Ek -1) eksiksiz olarak uygulanması.

b) Panoların henüz hazırlık safhası başında; detaylı plân, kesit ve projelerle aydınlatılması,

c) Geçmiş olaylar en ince ayrıntılarına kadar irdelenerek esas sebeplerin tesbiti ile sonraki uygulamalarda etkin tedbirler alınması,

d) Gaz ve kömür püskürmesi olasılığı bulunan iş yerlerinde çalışacak işçi, nezaretçi ve mühendislerin önceden özel olarak eğitilmesi ve tedbirlerin eksiksiz uygulatılması,

e) Konu ile ilgili bütün dünyada araştırmalar devam ettiği cihetle; yeni teknik ve bulguların havzaya geciktirilmeden getirilmesi ve tatbiki en içten dileğimdir.

Ek 1 — Grizu, Diğer Gazlar ve Körner Katmalarının Ani Boşalma Olasılığı Bulunan İşyerlerinde Alınacak Emniyet Tedbirleri Hakkında Talimat:

Genel Hükümler :

Amaç :

Madde 1) Bu talimat yer altında çalışılacak işyerlerinde jeolojik nedenlerle basınç altında bulunan grizu, diğer gazlar ve kömür katmanlarının ani boşalmalarının çalışanlara zarar vermeden tesbit edilerek boşaltılması amacı ile alınacak emniyet tedbirlerini kapsar.

Tarifler :

Madde 2) Bu talimatta geçen terimlerden :

a) Ani Boşalma: Yeraltı alışmaları sırasında; Jeolojik nedenlerle basınç altında bulunan grizu, diğer gazlar ve kömür katmanlarının ani olarak çalışılan yere püskürerek serbest hale geçişleridir.

b) Kılavuz Delikleri : Boyları beş metre kadar olan ve kısa süreli işyeri emniyetini sağlıyan genellikle sondaj makinesi delinmiyen deliklerdir.

c) Pilot Sondaj Delikleri : Boyları beş metreden fazla olan ve sondaj makinesi ile delinen deliklerdir.

d) Ateşleme : Ani boşalma olasılığı bulunan tüm işyerlerinde patlayıcı madde kullanılması işlemidir.

e) Basınçlı hava teneffüs istesyonu : Basınçlı hava teneffüs tertibatlarının bulunduğu yerdir.

f) Basınçlı hava teneffüs tertibatı : Ani boşalma olasılığı bulunan işyerlerinde ocağın basınçlı hava şebekesinden faydalanılarak kurulan ve gazlı bir ortamda belirli bir süre yaşamayı devam ettirecek teneffüs tesisidir.

Madde 3) Grizu ve diğer gazların, ani boşalma olasılığı bulunan işyerleri Müessesesinin veya Bölgenin yetkili elemanlarınca tesbit edilir.

Taşta Sürülen Galeriler :

Madde 4) Yaklaşılan yerin yapısı hakkında, yeterli aydınlatıcı bilgi edinmek için delinecek kılavuz delikleri, bir defada yapılacak ilerleme alınandan 1,5 m. ileride olacaktır.

Madde 5) Kömür katmanı kesmek üzere sürülen galerilerde, katmanın kesilmesine en az 5 metre kala ilerleme durdurulur. Alma kadar gerekli tahkimat yapıldıktan sonra, değişik doğrultuda katmanı kesip geçen en az 3 adet pilot sondaj deliği delinir.

Madde 6) Kömür katmanının tesbit edildiği galerilerde, lâğım delikleri kömür aynasını geniş yüzeyde meydana çıkaracak veya taştan emniyetli bir topuk kalacak şekilde delinir.

Madde 7) 0,5 metreden kalın kömür katmam içeren galeriler, kömürde sürülen galeriler gibi işlem görür.

Kömürde Sürülen Galeriler

Madde 8) Galeri armımdan değişik doğrultuda en az 10 metre boyunda 3 adet pilot sondaj deliği delinir. Delik boyları 5 metre kalınca sondajlar tekrarlanır.

Madde 9) Galeriler, müstakil, üfleyici tali havalandırma hattı ile havalandırılır.

Madde 10) Başyukarılar sürülürken arına ve geriye, lüzumlu emniyet kapakları yapılır.

Madde 11) Darbeli delik delme, yalnız taşta yapılacaktır, Martopikör kafi surette kullanılmaz.

Madde 12) Delik boyları ve sayıları aynı vardiyede ve bir seferde ateşlenecek şekilde saptanır.

Uzun Ayaklar :

Madde 13) a — Ayaklar insan geçişine heran müsait olacak.

b — Ayakbaşı ve ayak dibi keskin açılı olmayacak.

Madde 14) Ayaklar müstakil olarak havalandırılır.

Madde 15) Uzun ayaklar genellikle dönümlü olarak hasırlanır.

Madde 16) İlerletimli çalışma nayaklarda alt taban arım ayak arımdan en fazla 10 metre, üst taban arım ise 2 metre ileride tutulacaktır.

Madde 17) Alt tabanlar sürülürken herhangi bir arızaya gelindiğinde, arıza geçirilinceye kadar, ateşleme esnasında ayaklarda çalışma yapılamaz.

Sondajlar :

Madde 18) Sondaj tijlerinden su akışı sağlanmadan delik delmeye başlanamaz ve tijler döndüğü müddetçe su sirkülasyonu sağlanır.

Madde 19) Helezyon burgularla kömürde sondaj yapılırken burguların sıkışması halinde, çalışma durdurulur ve sıkışma sebepleri araştırılır. Gerekirse baca tahliye edilir. Bu tür sondajlarda su ile çalışma şartı aranmaz.

Madde 20) Sondaj yapılırken, alında ayarlı ve ikazlı metan dedektörü bulundurulur.

Ateşleme :

Madde 21) Ateşlemeden önce ateşleme yapılan yerin hava dönüş yolları üzerindeki elektrik enerjisi genel nefeslik yollarına kadar kesilecektir.

Madde 22) Ateşlenen yerin hava dönüş yollarında genel nefesliğe kadar insan bulundurulmayacaktır.

Madde 23) Ateşleme işlemlerinde 3 kişiden fazla kimse olmayacaktır.

Madde 24) Ateşleme yerinde:

- a) Telefon,
- b) Basınçlı hava teneffüs tertibatı,
- c) Ateşleme yerini gösteren tabelâ bulunacaktır.

Madde 25) Ateşleme yeri, galeriyi havalandıran tali pervanenin bulunduğu tarafta, bu şart sağlanamıyorsa arından en az 200 m. uzakta olacaktır.

Madde 26) Ateşlenen yerin hava dönüş tarafındaki bütün personelin çekilmesini ve elektrik enerjisinin kesilmesini sağlayacak ve bu durumlardan barutçuyu haberdar edecek sorumlu, yetkili bir eleman bulunacaktır. Bu eleman, lâğım-lar ateşleninceye ve ateşlemeden sonraki netice kendisine ulaştırılmaya kadar o iş yerinden ayrılmayacaktır.

Madde 27) Barutçu, sorumlu eleman tarafından hava dönüş tarafındaki bütün personelin çekilmiş olduğu kendisine bildirilinceye kadar lâğımları ateşlemeyecek ve kendisine o elemana bütün lâğımların ateşlendiğini ve ateşlemeden sonraki kontrol neticelerini bildirecektir.

Madde 28) Ateşlemeden en az 20 dakika sonra barutçu, bir elemanla birlikte ateşleme yapılan yere en az 50 metrelik aralıklarla gaz kontrolü yaparak gidecektir.

Madde 29) Grizu diğer gazlar ve kömür katmanlarının ani boşalma olasılığı bulunan işyerlerinde emniyet lâmbası kullanılmaz.

Basınçlı Hava Teneffüs İstasyonları :

Madde 30) Basınçlı hava teneffüs istasyonları başyukarı ve tabanlarda alından en fazla 10 m. lâğımlarda ise 20 m. geride kurulur. Bu istasyonlar başyukarı ve tabanlarda daha geriye doğru yeterli aralıklarla kurulur.

Madde 31) Basınçlı hava teneffüs istasyonları; ana havalandırma devresi içerisinde bulunmayan ateşleme yerlerine ve ayaklarda hava dönüş yolu üzerinde, arından en fazla 10 m geride kurulur.

Madde 32) Basınçlı hava teneffüs istasyonları özel tablolarla belirlenir.

Eğitimi ve Diğer Hususlar :

Madde 33) Grizu, diğer gazlar ve kömür katmanlarının ani boşalma olasılığı bulunan iş yerlerinde çalıştırılacak işçi nezaretçiler özel olarak eğitilir.

Madde 34) Yapılacak sondaj ve gaz ölçümleri özel bir deftere kaydedilir.

Madde 35) Uygulanması mümkün olan durumlarda, emniyetli çalışmayı sağlayacak tüm koşullara uyularak, ani boşalma olasılığı en az bulunan tavan veya tabandaki kömür katmanının yeterli kısmı öncelikle çalıştırılacaktır.

—425/22029 ay Rekup l ğımında 27.12.1976 günü saat 14.45 te **nmeydana** gelen kömür ve gass **p sk r-**miesi olayı :

Olay : 18)

—425/22929 kat rekup l ğımının çay damarının tavan katlarını kesmesi esnasında taşta orta çekilmesi sonunda meydana gelmiştir.

Delinen delik boyları 1,60 - 2,00 metre ve 16 adet, dinamit sayısı ise 62 adettir. Bir seferde ateşleme yapılmıştır.

Püskürme l ğımının ateşlenmesinden 15-20 dakika sonra saat 14.45 te önce g rleme sesi ile beraber otomatik alarm cihazının (% 2'ye ayarlı grizometre) sinyal vermeye başlaması ile anlaşılmıştır. Bu esnada ateşleme mahallinin gerisinde bulunan galeri ekibi ellerinde alarm cihazı olduğu halde hiç beklemeden emniyetli olarak buldukları yeri terk ederek temiz havaya çıkmışlar ve olayı telefonla haber vermişlerdir.

Galeri Tahkimatı :

14 m² rijit demir bağdır.

Havalandırma Durumu :

40 H.P. elektrik pervanesi ve 600 mm. lik elik borularla 300 metre mesafeden havalandırılıyordu. Alma basılan faydalı hava 470 m³/dak.  l lm şt r. Olaydan önce galerideki grizu oranı % 5 - 6'yi geçmemiştir. Alında devamlı olarak % 2 grizuya ayarlı otomatik grizometre bulundurulmuştur.

Alından 15 metre geride ve 76 metre gerideki ateşleme yerinde olmak üzere 2 adet basınçlı hava teneffüs tertibatı kurulmuş; bunların gayesi ve kullanılması işçilere öğretilmiştir.

Grizu Durum :

Olay öğrenilince etkileyebileceği hava dönüş yollarında tedbirler almak üzere emniyetçiler kontrol için acele olarak ocağa gönderilmiştir. Yapılan kontrollerde :

- Saat 16.45 te 30 No. lu kuyu çıkışında Grizu % 1,2
- » 17.00 de —300/22744 dönüşünde » % 1,4
- » 17.15 te —300/21704 dönüşünde » % 0,8
- » 17.30 da -300/-360/21704
Desandri dönüş » % 1
- » 17.15 de -360/23823/22929
Taş nefeslik çıkışı » % 1,3

tesbit edilmiştir.

17.40 ta 30 No. lu kuyuda grizu oranı ancak % 0,9 - 1 e düşmüştür. Bilâhare tedricen normale dönüşmüştür.

Olaydan 2 saat sonra % 1,2 CK, tesbit edilen 30 No. lu Soydaş Kuyusundan 3600 m³/dakika hava emilmekteydi. Normalden 21,6 m³/dakika daha fazla saf metan emildiği hesap edilmiştir.

Saat 17 -18.00 de —425/929 Lâğım gerisinde boy seviyesinde grizu % 1

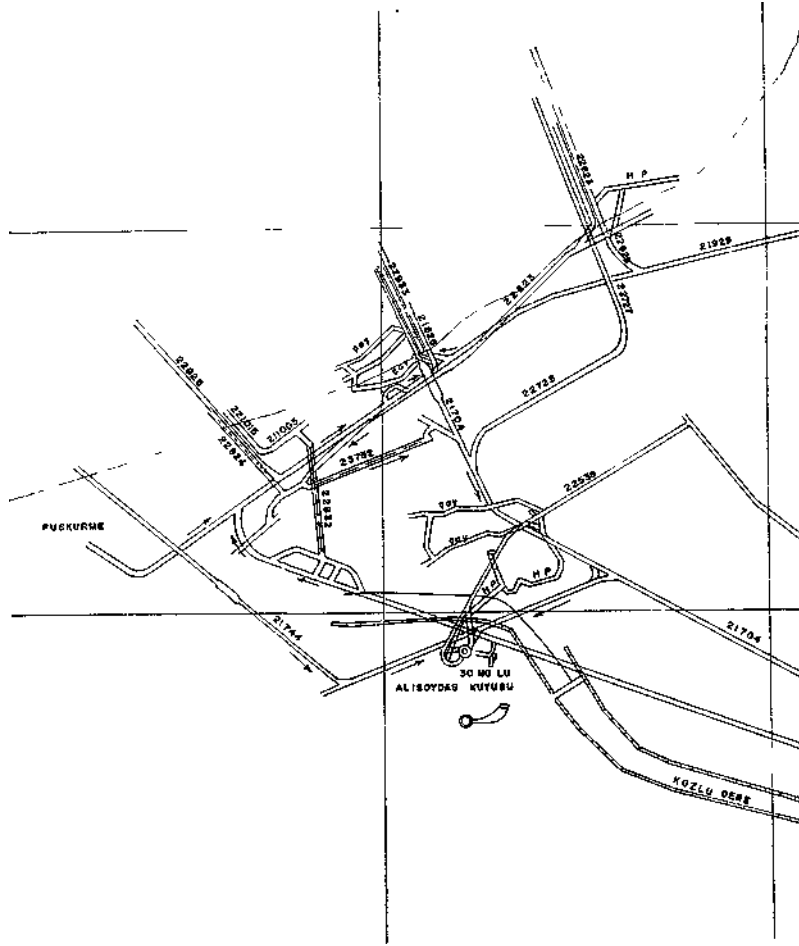
Saat 17 - 18.00 de —425/929 Lâğım gerisinde yükseklerde grizu % 2

Saat 17 -18.00 de —425/929 Lâğım altında grizu % 5-6 ölçülmüştür.

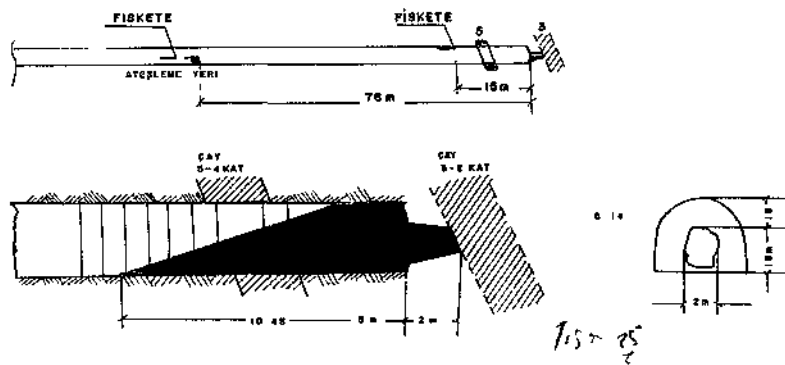
Posta Durumu :

14 m² kesitli galerinin 3 bağık kısmı tamamen, 10.45 m. lik kısmı ise kısmen posta ile dolmuştur. Temizlenen posta 30 vagon 180 tondur. Bunun 130 tonu kömürdür.

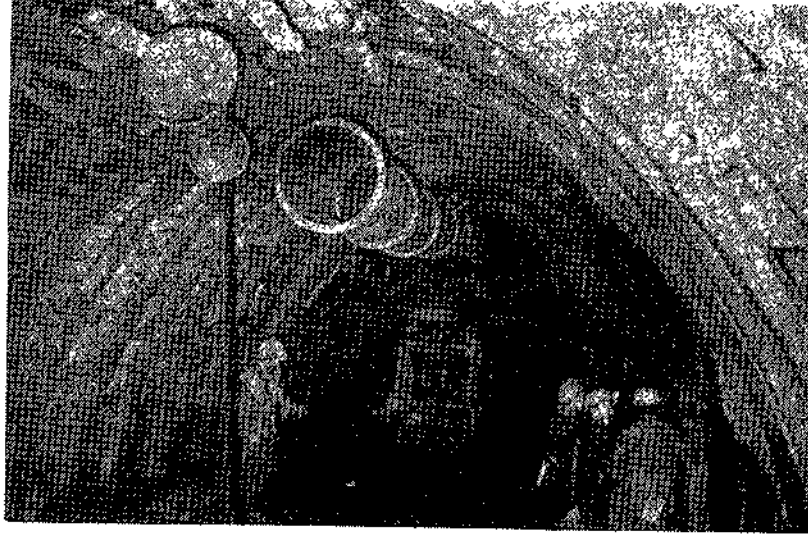
Kömür ve gaz püskürmesi olan bu galerideki olay ve posta temizlendikten sonra alman durumu fotoğraflarla tesbit edilmiştir. Alman tedbirler fevkalâde etkili olmuştur.



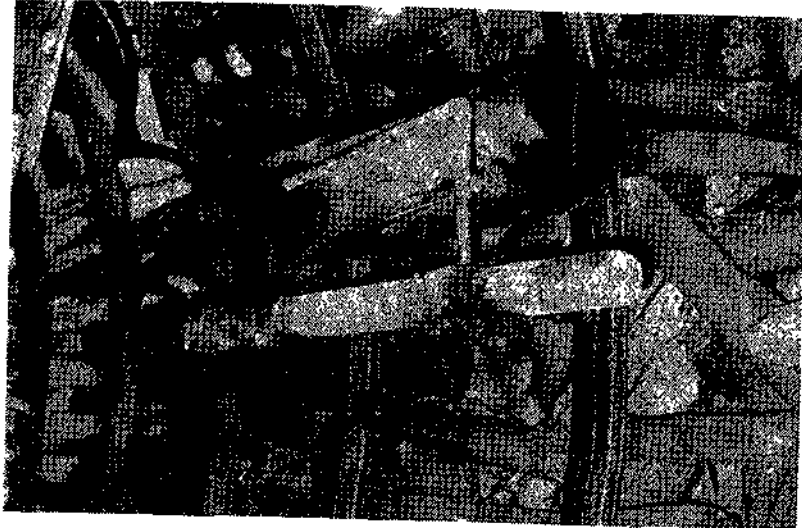
-425/22929 Cay Rekupta 27 12 1976 Günü meydana gelen
Kömür ve Gaz püskürmesi krokileri



Püskürme olayından sonra alınan görünüşü (krokü biçeksizdir)



Galerinin havalandırma sistemi



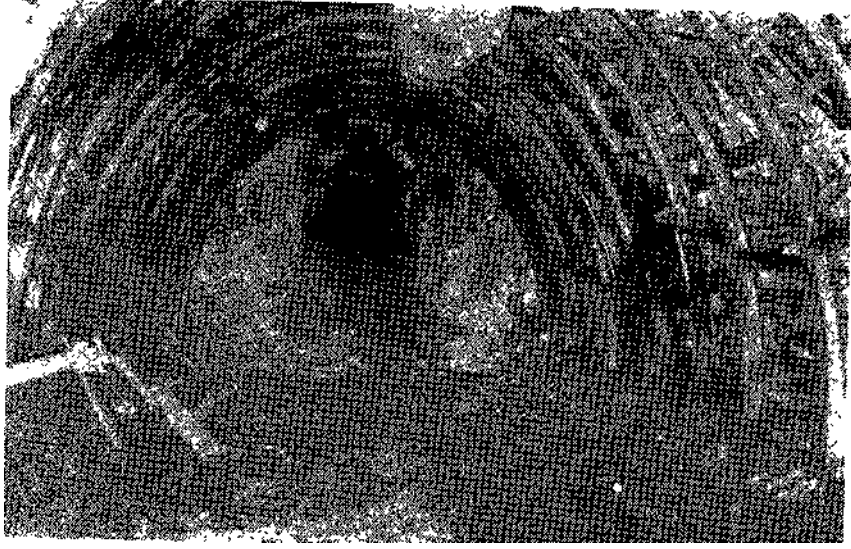
Ateşleme mahallinde kullanılan basmçh hava teneffüs tertibatı



Degaj olayından hemen sci'-a am m gurunusLi



Kömür tozlarının galeri cidarında görünüşü



Posta temizlendikten sonra anndaki boşluğun görünüşü



Degajm meydana geldiği orta çemlen boşluğım detaylı görünüşü

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18 2/1977. dısı galonu ankam**

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASINDA
KENDİLİĞİNDEN YANABİLEN DAMARLARDA
ALINMASI GEREKLİ TEDBİRLER VE
MÜCADELE YÖNTEMLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASINDA
KENDİLİĞİNDEN YANABİLEN DAMAELADA
ALINMASI GEREKLİ TEDBİRLEB YE
MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Mehmet DÜNDAR * Kâmil ARAL ** Muammer COŞKUN

Özet :

Zonguldak Kömür havzasında, üretim yapılan bazı damarların kendiliğinden yanmaya müsait olduğu çok eskiden beri bilinmektedir. Alman tedbirlere rağmen alevli ocak yangınları ve dolayısı ile infilaklar günümüze kadar tamamen önlenememiştir.

Kendiliğinden yanmanın oluşmasına tesir eden etkenlerin çok iyi bilinmesi gereklidir.

Havzada ilk olarak kendiliğinden yanmaya müsait olan damarlar sistemli bir şekilde sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

Panoların hazırlık ve üretimi esnasında alınacak tedbirler belirtilmiştir. Kendiliğinden yanmaya müsait panolarda havalandırma üzerinde önemle durulmuş ve hava analizlerinin muntazam aralıklarla yapılarak CO/0₂ azalması oranı ile kızışmanın erken safhalarda tesbit edilebileceği izah edilmiştir.

Son bir yıl zarfında Havzada ve özellikle Kozlu bölgesinde ocak yangınlarmı önleyici tedbirler benimsenmiş ve sonuç olarak hiçbir alevli ocak yangını ile karşılaşılma-mıştır.

(*) E.K.İ. Kozlu Bölgesi - Emniyet Başmühendisi

(**) E.K.İ. Kozlu Bölgesi - istihsal Başmühendisi

(***) E.K.t. Kozlu Bölgesi-Maden Yük. Müh.

Üretimi biten panolar, yangın çıkış veya çıkmasını; yangın çıkan panolar ise geciktirilmeden sızdırmaz bir şekilde barajlarla kapatılır.

Abstract :

It has been known for a very long time that some of the coal seams at Zonguldak Coal Basin is liable to spontaneous combustion. Open fires and explosions underground due to heatings could have not been completely prevented up to now although all the necessary precautions taken and methods of combating considered.

Factors effecting development of spontaneous combustion have to be known in great detail.

At the Coal Basin for the first time the seams liable to spontaneous combustion have been tried to be systematically classified.

The precautions taken during the development and working of coal seams have been mentioned. System of ventilation have been greatly stressed and, it has been explained that by complete mine air analysis and determination of CO/O₂ deficiency ratios. The spontaneous heatings can be detected at early stages.

In the last year or so, in Zonguldak Coal Basin and particularly at Kozlu Mine precautions against spontaneous heating have been successfully adopted and as a result no open fires underground have been come across.

After finishing of a district liable to spontaneous heating and other districts in case of as. open fire have to be sealed off immediately with taking care of leakage.

1. Giriş

Zonguldak da kömürün Uzun Mehmet tarafından bulunmasından sonra, Havzada kömür üretimi, yerli ve yabancı Şirketlerce yıllarca sürdürülmüştür. 1940 yılında millileştirilen tüm Zonguldak Taşkömürleri, bir iktisadi devlet teşekkülü olan Ereğli Kömürleri İşletmesi tarafından işletilmektedir,

Eski tarihlerde kendiliğinden yanmaya elverişli kaim damarlarda genellikle baca göçertme metodu (kara tumba) uygulandığından; ocaklarda yeterli havalandırma sağlanmaması ve hassas CO tesbiti yapılmaması neticesi daha sık alevli yangınlarla karşılaşıldığı yaşlı madenciler tarafından hikaye edilmektedir.

Son yıllarda Havzada kendiliğinden yanma ile daha etkili mücadele örnekleri verilmesine rağmen, genede alevli yangınlarla karşılaşmaktadır. Bu alevli yangınların bazıları grizu infilaklarına neden olmuş ve üzücü ölümlü kazalar meydana gelmiştir. Havzada önceleri infilakların gerçek nedenleri kesinlikle bilinmemekle beraber son beş yılda alevli ocak yangınları sonucu 8 ayrı olayda 50 kişi ölmüş ve 114 kişi de yaralanmıştır (Tablo -1).

TABLO — 1

Olay Tarihi	Olayın Sebebi	Olay Yeri	Kazalı Ölümler	Yaralı Sayısı	D ü ş ü n c e l e r
3. 1971	İnfilak	Armutçuk Böl.	1	3	Kil baraj patlaması
21. 4.972	İnfilak	Armutçuk Böl.	—	3	Baraj inşaatı esnasında infilak
19. 6.972	İnfilak	Armutçuk Böl.	3	23	Eskilerde oluşan yangın sonucu
23.10.972	İnfilak	Kozlu Bölgesi	16	41	Eski üst panoda infilak
23.10.972	İnfilak	Üzülmez Böl.	8	30	İnfilak neticesi barajların bozulması
9. 8.973	infilak	Kozlu Böl.	2	8	Baraj İnşaatı esnasında infilak
28.10.975	İnfilak	Karadon Böl.	13	2	İnfilak neticesi barajların bozulması
13. 8.976	Zehirlenme	Armutçuk Böl.	7	—	CO'den zehirlenme

Zonguldak kömür Havzasındaki kendiliğinden yanma vakalarının, etkili ve bilinçli mücadele sonucu azaldığı ve bu çalışmalara devam edildiği sürece danada azalacağı inancındayız.

Sunulan bu tebliğin, ocak yangınlarının çıkma olasılığı bulunan diğer tüm Maden İşletmelerinde yardımcı olacağı görüşüdeyiz.

2. Kendiliğinden Yanmanın Oluşması

Büyük maddi (işçilik, malzeme ve kömür üretimi) ve zaman zaman can kayıplarına sebep olan kendiliğinden yanmanın oluşması çeşitli etkenlerin bir araya gelmesi ile müm-

kündür. Kızışma veya kendiliğinden yanmanın temel sebebi kömürün oksitlenmesidir. Bu işlev, piritlerin oksitlenmesi, rutubet farklılıkları gibi kızışmanın ilk safhalarına tesir eden ikinci derece etkenler olmasına rağmen, kömürün hava ile teması neticesinde başlar.

Kömürün oksitlenme mekanizması basit olmadığı gibi kati olarakta anlaşılamamıştır. Kömürün hava içerisindeki oksijeni massetmesi (absorbe) sonucu ısı açığa çıkar. Yeteri kadar hava bulunan yerlerde bu ısı pek etkili olamaz ve kömür sürekli olarak soğumuş olur. Bunun yanında hava miktarında hiç bir değışiklik olmayan bir yerde mevcut oksijen tamamen tükenecek ve oksitlenme kendiliğinden durmuş olacaktır. Bu iki aşırı uç arasında oksitlenme ile açığa çıkan ısı tamamen kaybolmadığından, kömür daha da ısınmış hale gelir, zincirleme reaksiyon sonucu sıcaklık gittikçe artar, terleme koku ve dumandan sonra açık alevli yangına dönüşür.

2.1. Kendiliğinden Yanmaya Tesir Eden Etkenler

Kömürün oksitlenmesi, dolayısıyla kızışmasına yardımcı olan etkenler şöyle sıralanabilir;

i) Kömürün cinsi : Genellikle en yaşlı kömür enaz oksitlenme hızı gösterir. Örneğın antrasit kömürlerinde taşkömürü ve linyite nazaran kendiliğinden yanma olasılığı çok daha azdır.

ii) Ebat büyüklüğü ve yüzey alan : Kömür ebadı küçüldükçe yüzey alanı büyüyeceğinden hava ile temas edecek yüzey de büyümüş olacaktır. 50 - 25 mm. ebatlı kömürün yüzey alanı birim olarak alındığında 3 -1,5 mm. ebadına kırılan aynı kömürün yüzey alanı en az on katı büyümüş olacaktır. Toz kömürde oksitlenme hızı daha yüksek olacağından bu durum ufalanmanın önemini daha iyi vurgulamaktadır.

iii) Atmosferik basınç : Dışarıdaki hava basıncının sabit durmadığı ve devamlı alçalıp yükseldiğı bilinmektedir. Bu durum aynı şekilde ocak içerisinde etkilemektedir. Atmosferik basıncın alçalıp yükselmesi, bir miktar havanın ayak gerisine zorlanmasına ve tekrar geri gelmesine sebep olur. Bu şekilde oksijenle temas eden toz halindeki kömürler oksitlenme hızını artırırlar.

iv) Oksijen konsantrasyonu : Kömürün oksitlenmesi ile harcanan oksijenin yerine sürekli oksijen geliri yoksa, oksitlenme hızı düşecek ve bir noktada ısı dengesi oluşacak ve yangın meydana gelmeyecektir.

v) Kömür damarları ve arazi şartları : Ocaklardaki belirli şartlar; örneğin derinlik, damar kalınlığı ve fayların kendiliğinden kızışmayı etkilediği bir gerçektir. Damar kalınlığı ile birlikte meylinin artması kızışma olasılığını artırmaktadır, muntazam olmayan damar kalınlığı ve bozuk tavan şartlarında oksidasyonu kamçılayan etkenler arasındadır.

vi) Üretim yöntemi : Çeşitli ocaklarda damar şartlarına göre geliştirilmiş üretim yöntemleri mevcuttur. Bununla beraber uzun ayak üretim yöntemlerinden dönümlü uzun ayakta kendiliğinden yanmanın oluşma olasılığı ilerletimli ayakta çok daha azdır.

Rambleli çalışan bir panonun göçük sahasında, kızışmanın oluşması ise zayıf bir olasılıktır.

3. Zonguldak Havzasındaki Kömür Damarlarının Kendiliğinden Yanmaya Müsaitlik Derecelerine Göre Sınıflandırılması

Zonguldak Kömür Havzası karbonifer devrinde teşekkül etmiştir. Kozlu, Üzümlü ve Karadon Bölgeleri Kozlu Serisi damarlarında, Armutçuk Bölgesi Namurien serisi damarlarında ve Amasra Bölgesi ise üst karbonifer kömürlerinde üretim yapmaktadır. Kendiliğinden yanmaya karşı farklı özellikler arzeden bu damarlar, elde edinilen tecrübelerin ışığı altında kendiliğinden yanmaya müsaitlik derecelerine göre sınıflandırılmıştır (Tablo - 2).

i) I. Derece - Daha önce kendiliğinden yanmanın meydana geldiği ve çok fazla yanma tehlikesi olduğu bilinen damarlar.

ii) II. Derece - Yanma olaylarının sık görülmediği ancak yanma tehlikesi olasılığı bulunan damarlar. Bu gruba, I. dereceye giren aynı damarlardan bazıları dahil edilebilir.

iii) III. Derece - Hiç yangın çıkmayan ve hiçbir özel tedbire gerek görülmeyen damarlar.

Tablo — 2 Damarların Suuflandırılması

Bölge ve Bölüm	I. Derece	II. Derece	III. Derece	D ü ş ü n c e l e r
I—'Armutçuk Bölgesi 1. Kandilli Bölümü 2. Kireçlik Bölümü 3. Alacağzı Bölümü	Büyük Üçköylü	Üçköylü Büyük Küçük	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Kireçlik bölümü büyük damar yeni üretime geçtiğinden II. dereceye alındı.
II —Kozlu Bölgesi 1. t. Harman Bölümü 2. İhsaniye Bölümü	Acılık, Çay Acılık, Çay	Hacıpetro Hacıpetro, Sulu	Diğer damarlar Diğer damarlar	H. Petro Çay'a yakm olduğundan II. dereceye alındı. Sulu'da sadece bir yangın tesbit edildi.
III — Üzülmöz Bölge 1. Asma Bölümü 2. Dilâver Bölümü 3. Çaydamar Bölümü	Çay (Eski)	Acılık, Çay Acılık, Çay	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Ocak yangını hiç çıkmadı Ocak yangını hiç çıkmadı Kozlu'daki Çay'lara nazaran daha geç yangın çıkmaktadır.
IV — Karadkm Bölge 1. Kilimli Bölümü 2. Karadon Bölümü 3. Gelik Bölümü	Acılık, Çay Acılık, Çay Acılık, Çay	Domuzcu, Sulu Büyük, Sulu Çınarlı,	Diğer damarlar Diğer damarlar Diğer damarlar	Kozlu bölgesinde çalışan Acılık ve Çay'a nazaran oksidasyon hızı daha düşük.
V — Amasra Bölgesi	Kurudere, Kaim, Taşlı	Doffiuzcu, Sulu. I. Damar ince	— —	Yeni bir üretim bölgesi Yangın çıkan damarlar I. dereceye alındı.

4. Panoların Hazırlanması ve Üretilmesi

Kendiliğinden yanmaya müsait damarlarda panoların hazırlanması ve üretilmesi özel bazı esaslara göre plânlanır. Ana kat lâğımlarının kendiliğinden yanmaya müsait damarları kestiği kısımlar beton veya tuğla kemere alınır. Böylece ana yollarda damarların oksijen alması ve kızışması önlenmiş olur.

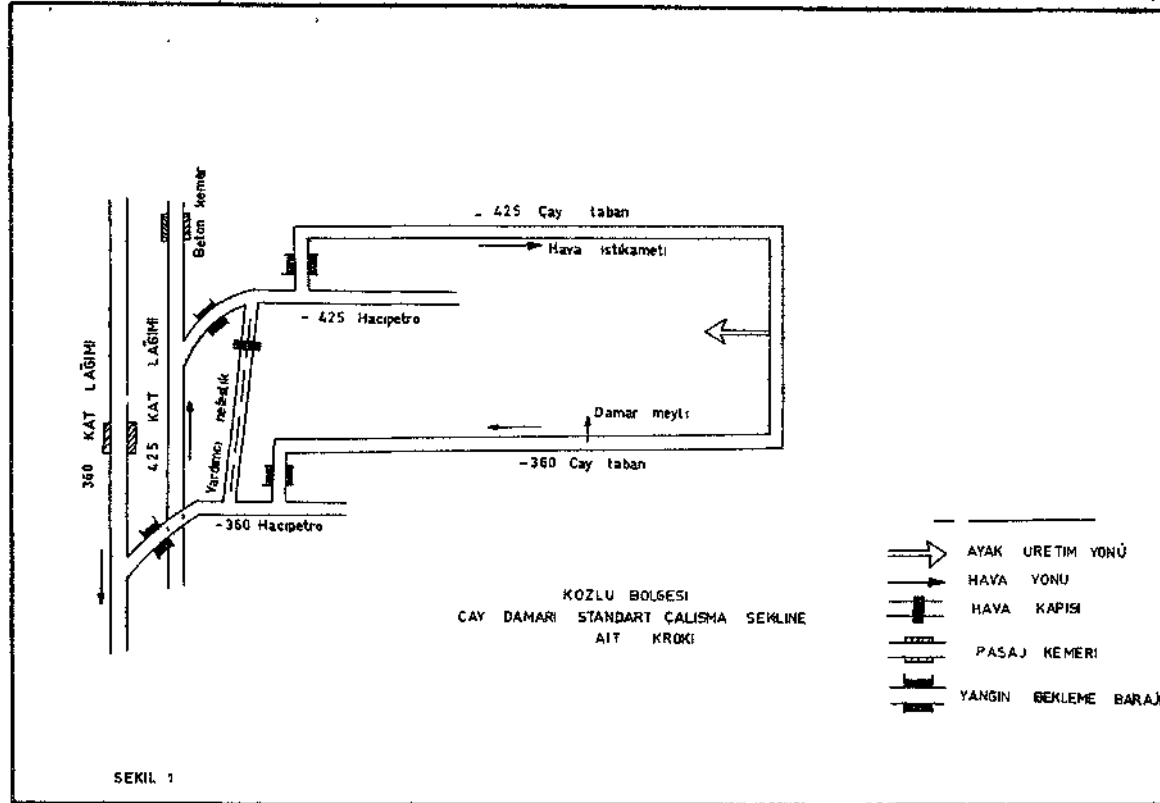
Üretime hazırlanacak panonun alt ve üst taban yollarına, yangın bekleme barajlarının yapılabilmesi için, reкуп lâğımları ile girilir. (Şekil-1). Bu lâğımların boyları arazinin sağlam veya çürük olma durumuna göre tesbit edilir. Reкуп lâğımlarının planlanmasında ana kat lâğım topuğu ve barajların sızdırmazlığıda göz önünde tutulur. Panonun alt ve üst taban yolları sürülürken tavan ve yanlarda boşalmaların meydana gelmemesine çalışılmalıdır. Buna rağmen boşalmalar olursa doldurulmalı ve yerleri imalât plânlarına işlenmelidir.

Havzada ayak mekanizasyonuna tam olarak gidilemediğinden ayak ilerleme hızı oldukça azdır. Bu durum göz önünde tutularak ayak boylarının günde enaz bir have ilerleyecek şekilde planlanması gereklidir. Ayak alınının sür'atli ilerlemesi ile tavan daha iyi kontrol edilebileceği gibi, ayak gerisinde kalan kömürede kızışma fırsatı tanınmamış olur.

Pano boyları ilerletimli ve dönümlü uzun ayak işletme yöntemlerine göre saptamır. Havzadaki pano boyları genellikle faylarla kısıtlanmıştır. Buna rağmen ilerletimli uzun ayaklarda pano boyu dönümlü uzun ayaklara nazaran daha kısa tutulmalıdır.

Ayak arkalarındaki ahşap malzeme mümkün olduğu kadar sökülerek alınmalı, arkalarda kalan direklerin hava boşluğu yaratacak şekilde yığın meydana getirmemesi ve birbirleriyle temas etmemeleri için gerekli tedbirler alınmalıdır.

Havzada kendiliğinden yanmaya müsait Çay ve Acılık damarlarında, genellikle çok kat halinde üretim yapılmaktadır. Biribirini takip eden uzun ayakların armları arasındaki yatay uzaklığı 30 m. yi aşmaması uygun olur.



Üretim esnasında, taban yollarında ve ayak içerisinde karşılaşılan fay, kırılma zonları ve anormal damar şartlarında, (damar kalınlaşması ve incilmesi gibi) ayak arkasında kömür bırakılmamaya çalışılır ve taban yollarında kesonlama yapılır.

Ayaklarda meydana gelen göçükler, mümkünse kömür postası bırakılmadan açılmalıdır.

5. Panoların Havalandırılması :

Kendiliğinden yanmaya müsait damarlarda üretim yapılan panolar; kızışma seyrinin hassas olarak takibi, yangın gazları ile dumanın diğer bir panoyu etkilememesi ve bir panonun kapatılması halinde diğer panoların havasız kalması bakımından müstakil olarak havalandırılmaktadır.

Bir panoda yangın çıkması halinde, bekleme baraj yerlerinin kolayca ve yeterince havalandırılabilmesi kızışmanın artması halinde panoda hava kısıtlaması yapılabilmesi ve gerektiğinde panonun tüm havasını rahatlıkla çekebilecek bir komşu nefeslik (Şekil -1) yapılmalı ve bu nefeslikte kesit daralmalarını önleyici tedbirler alınmalıdır.

Panoları ana kat lâğımına bağlayan hava giriş ve dönüş yollarında direnç yaratacak keskin dönüşlerden sakınılmalıdır. Ayrıca pano umumi nefesliğinde, alt ve üst taban yollarında ve ayak içerisinde yüksek deprasyon farkları yaratacak kesit daralmalarına mani olunmalıdır. İlerletimli uzun ayaklarda, arkalara hava sızması diğer üretim yöntemlerine kıyasla çok daha fazla olduğundan, panolar dönümlü uzun ayak veya rambleli olarak çalışmalıdır. Dönümlü uzun ayaklarda arkalara hava sızıntısını önlemek için alt ve üst taban yollarının tahkimatı sökülerek göçertilmeli ve gerekirse aralıklı olarak kilden barajlar yapılmalıdır. Keza rambleli ayakların taban yollarında ya belirli aralıklarla veya tamamen ramble malzemesi ile doldurulmalıdır. İlerletimli uzun ayaklarda havanın arkalardan kısa devre yapmasına engel olmak için alt ve üst taban yollarının göçük tarafına ha-

va sızdırmaz ramble duvarları inşa edilmeli ve sızdırmazlık duman tüpü vb. ile kontrol edilmelidir.

Göçertmeli tüm ayaklarda ayak başlangıç başyukarısının tahkimatı ayak üretime geçtikten sonra tamamen sökülerek göçertilmelidir. İlerletimli ayaklarda ayrıca bu başyukarınm baş ve dibine en az damar kalınlığının iki katı kadar uzunlukta hava sızdırmayacak şekilde ramble yapılmalıdır.

6. Hava Analizleri

Kendiliğinden yanmanın daha ilk safhalarda tesbiti, ocak yangınlarının gelişmesi ve infilâk tehlikesinin değerlendirilmesi açısından; ocaklarda hava analizlerinin yapılmasını Maden Emniyet Nizamnamesi şart koşturmuştur.

1953 yılında kabul edilen bu Nizamname gereğince ve o yıllarda mevcut cihazlarla yapılan hava analizlerinin yetersizliği bugün bütün açıklığı ile ortadadır.

Yapılan araştırmalar neticesi, karbon monoksitin kömürün oksitlenmesini erken safhalarda belirleyen bir gaz olduğu kesinlikle bilinmektedir. Fakat sadece karbon monoksitin ölçülmesi yeterli değildir. Bununla birlikte ocak havasındaki diğer gazlarında hassas bir şekilde ölçülmesi gereklidir.

Burada, bu ölçü cihazlarına veya ölçü tekniklerine pek değinmeyeceğiz : Sadece şu kadarını belirtelim; son yıllarda ölçü cihazlarında ve ölçü tekniğindeki gelişmeler çok ileri safhalara varmıştır. Ve biz Zonguldak Kömür Havzası olarak bunun bilincindeyiz. Yaptığımız çalışmaların yakın bir gelecekte olumlu sonuçlar vereceğine inanmaktayız. Bu alanda atılan ilk adım, tüm EKİ Bölgelerinde kullanılmasına başlanan hassas karbon monoksit analiz cihazlarıdır.

Yıllarca kullanılan değişik tip karbon monoksit tüpleri; ocak yangınlarını tesbitte yetersiz kalmıştır. Bu yetersizlik bazen yeni üretime hazırlanan bir panonun kapanmasına sebep olmuş ve bazı hallerde de ancak yangının alevli safhaya dönüşümünde CO tesbit edilebilmiştir. Bu tür yanılığlardan dolayı 1973 yılında, Kozlu Bölgesinde 350 - 500 ton/gün tüvenan kömür kapasiteli beş üretim panosu barajlarla kapatılmıştır.

6.1. Karbon Monoksit ölçümlü ve Karbon monoksit/ Oksijen azalması oranı (CO/0₂ AZ)

Karbon monoksitin, kömür oksidasyonunun çok erken safhalarında bile açığa çıkması, bu gazın panoların dönüş havasında çok hassas ve sürekli olarak ölçülmesini gerektirmektedir. Ateşleme sonrası ve diesel lokomotiflerinden açığa çıkan karbon monoksiti ayırt etmek ve ona göre değerlendirme yapmak şarttır.

Pano dönüş yollarında hava miktarının sabit olmayışı sadece CO oranı ölçmenin kızışma safhasını belirtmesi bakımından yeterli değildir. Hava akımındaki değişmelerin CO oranı üzerindeki etkisi, Karbon monoksit/Oksijen azalması veya gerçek karbon monoksit miktarı hesaplanarak ortadan kaldırılmış olur.

Karbon monoksit/Oksijen azalması oranı hava akımına bağlı olmayan ve tecrübelerin gösterdiği gibi, güvenilir bir değerdir. Oran, hava içindeki karbon monoksit değerinin numune alınan noktaya gelinceye kadar, havadan absorbe edilen oksijen oranına (Oksijen azalması) bölünüp 100 ile çarpılması ile bulunan uygun bir göstergedir.

Oksijen miktarındaki küçük değişmeler bu oranda büyük çapta oynamalara sebep olacağından oksijen azalmasının küçük olduğu zamanlarda bulunan oranın değerlendirilmesi çok dikkatli yapılmalıdır.

CO/0₂, AZ oranının hesaplanmasına ait örnek :

Numunenin laboratuvar analizi :	%
Karbondioksit	0,06
Metan	0,44
Oksijen	20,60
Azot	78,90
Karbon monoksit	0,0019
Toplam	100,00

Numunedeki azota bağı olan oksijen yüzdesi :

$$78.90 \frac{20.93}{79.04} = 20.89 \dots \dots \{ a)$$

Numunedeki oksijen yüzdesi (b)

Fark (Oksijen azalması). (a-b)

$$= 20.89 - 20.60 = \% 0,29$$

Numunedeki karbon monoksit yüzdesi,

$$= \% 0.0019 \dots \dots \dots (c)$$

Karbon monoksit/Oksijen azalması oranı

$$\begin{aligned} &= \frac{c}{a - b} \times 100 \\ &= \frac{0,0019}{0,29} \times 100 \\ &= 0,66 \end{aligned}$$

Her ocağın ve her ayağın, kömürün oksitlenme özeliğine ve çalışma şartlarına bağı olan kendine özgü bir CO yüzdesi ve CO/O₂ AZ oranı vardır. Herhangi bir işyeri için hesaplanan oran, oraya ait, tipik değerden büyükse tekrar numuneler alınmak suretiyle bundan sonraki neticeler büyük bir titizlikle değerlendirilir.

Atmosferik basınçta meydana gelen değişiklikler ocak havasının terkiibinde değişiklikler hasıl eder. Ciddi bir kızışmanın bulunduğu bir ayak gerisinden, atmosferik basman aniden düşmesi halinde fazla miktarda karbon monoksit dönüş havasına karışır. Bunun yanında atmosferik basıncım yükselmesi bir miktar havayı ayak gerisine iter. Fakat bunun havanın terkiibi üzerindeki etkisi önemsenmiyecek kadar azdır.

Kendiliğinden yanma olasılığı bulunan bütün panolar da CO/O₂ AZ. oranı önceden tesbit edilen istasyonlardan be-

lirli aralıklarla hava numunesi alınarak hesaplanır. Numune alınmasına pano üretime geçer geçmez başlanır.

Bu istasyonlar panonun hava dönüş yolu üzerinde bulunmalıdır. Mecbur kalınmadıkça üretim süresince panoda numune alma istasyonunun yeri değiştirilmemeli numune galerinin aynı noktasından alınmalıdır. CO/O₂ AZ. oranının sabit olarak kalması panoda oksitlenme hızının sabit olduğunu gösterir. Orandaki artış miktarı kızışma safhalarını çok iyi belirtir. Muntazam bir artış, şartların tedrici olarak değiştiğini ani bir durumun oluştuğunu gösterir. Bununla birlikte, bu artışların incelenmesi sırasında numunelerin alındığı zaman aralığı da dikkate alınmalıdır.

Ocakların ana hava dönüş yollarında da belirli aralıklarla hava numuneleri alınmalı, analiz neticelerinin kayıtları tutulmalıdır. Ölçülerde görülen artışların kaynağı aranarak bulunmalıdır.

7. E.K.İ. Kozlu Bölgesinde Kendiliğinden Yanmaya Müsait Damlarların Üretimi Sırasında Kızışmaya Karşı Verilen Mücadele :

Zonguldak kömür havzasında yangına müsait damarlardan Çay ve Acılık'ı uzun süreden beridir çalışan Kozlu Bölgesi birçok ocak yangınlarına sahne olmuş, üretim kayıplarının yanında can kayıplarında meydana gelmiştir. Son 5 yıl içinde üretimin dönümlü uzun ayak yöntemiyle yapılmasına çalışılması ve bazı ayakların rambleli olarak işletilmesi kızışma vakalarını azaltmıştır. Son bir yıldan beri sistemli ve sürekli hava analizleri sonucu panolardaki kızışma noktaları belirlenmiş ve verilen mücadele ile alevli ocak yangınları görülmemiştir. Ancak birkaç panoda üretim hududuna yaklaştığı sırada CO değerlerinde süratli artış görüldüğünden bu panolar kapatılmıştır.

7.1. Uygulama I - Kosta Bölgesi İnsaniye Bölümü 21718/21905, -360/-425 ocak 1. Çay Panosu :

Pano üretime Aralık 1974 de dönümlü göçertmeli uzun ayak olarak başlamıştır. 2. ve 3. katların alınmasını takiben

4. ve 5. katlardan üretim yapılmaya geçilmiştir. Pano hududunun uzaması sonucu üst taban yolu bilahare ilerletimli duruma girmiştir. (Şekil - 2) Kapatma kararı alındığında 500 ton/gün tüvenan üretim yapan panonun 4. katı pano hududuna gelmiş 5. katın ise 3 ay kadar bir ömrü kalmıştı.

Sistemli CO ölçüleri yapılmaya başlandığı zaman, pano dönüş havasındaki CO değeri milyonda (ppm) 5-7 arasında değişmekteydi. Hava miktarı; 300 - 400 m³/dak. arasıda değişmesine rağmen CO oranı süratle artmaya başlamış, pano umumi havasında milyonda 29 CO tesbit edildiğinde; (Tablo-3) 29.11.1975 günü panonun kapatılmasına karar verilmiştir.

Panoda CO değerinin artması üzerine muhtelif kısımlara pano arkalarına hava sızmasını önlemek amacıyla kil barajlar yapılmış, numune alma aralıkları sıklaştırılmış ve var diye de 2 defaya kadar çıkarılmıştır. Bu arada ayak arkasından alman numunelerde elimizde mevcut karbon monoksit analiz cihazının üst ölçü sınırı olan milyonda 100'ün üstünde CO tesbit edilmiş, tüple yapılan ölçülerde milyonda 300-400 kadar CO bulunmuştur.

Panoda duman ve alevli yangın tesbit edilmediğinden ağırlık barajları yapılmamış; önce kil ve 48 saat beklendikten sonrada beton barajlar yapılmıştır. Gerekli numune alma ve diğer borular konulmuş ve pano tekrar açılmak üzere kapatılmıştır. 1.12.1975 günü üst baraj arkasından alman numunede CH₄ % 7, O₂ % 14.5, CO₂ % 1.5 ve CO milyonda 70 olarak tesbit edilmiş ve barajların kaçırdığı kanaatma varılmıştır. Barajlar sıvanarak sızdırmazlık temin edilmeye çalışılmış tam olarak başarıya ulaşılammıştır.

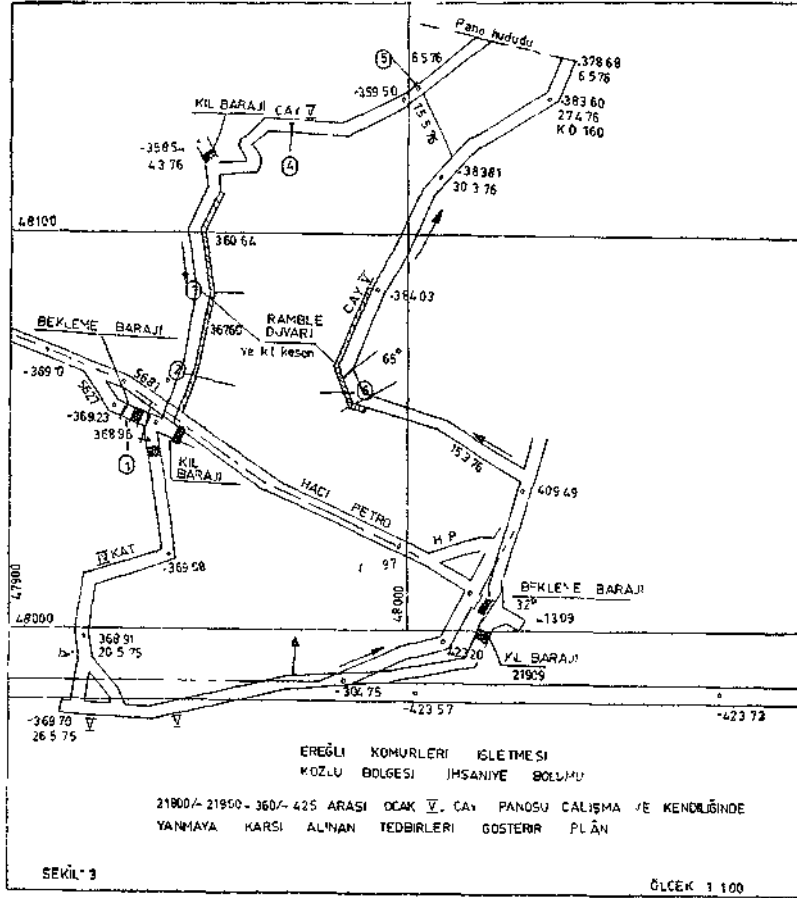
Bilahare alt baraja çimento enjeksiyonu yapılmış, üst baraj önüne ise denge barajı inşa edilerek basınç eşitliği sağlanmaya çalışılmıştır (Bak denge barajı). 26.12.1975 günü yapılan ve Tablo - 3'de görülen analiz neticelerinde kızışma hızının azaldığı anlaşılmıştır. Aradan uzun bir süre geçmesine rağmen panoda pek büyük bir değişiklik olmamıştır. Sonuç olarak; panonun daha önce çalışan eski panolarla irtibat sağladığı görüşüyle tekrar açılmasına henüz gidilememiştir.

Tablo--3

Tarih	Numunenin Alındığı Yer	HavaMlk. CH ₄ (mP/dak.) (%>	O ₂ (%)	CO, CO ₂ (°/o)	CO (mil)	Düşünceler	
5.11.1975	Pano umumi çıkışı	360	0.5		7		
7.11.1975	Pano umumi çıkışı	312	0.5		7		
9.11.1975	Pano umumi çıkışı	336	0.5		7		
11.11.1975	Pano umumi çıkışı	336	0.5		5		
13.11.1975	Pano umumi çıkışı	360	0.5		5		
15.11.1975	Pano umumi çıkışı	380	0.5		9		
17.11.1975	Pano umumi çıkışı	396	0.6		9		
19.11.1975	Pano umumi çıkışı	329	0.5		12		
21.11.1975	Pano umumi çıkışı	348	0.5		12		
23.11.1975	Pano umumi çıkışı	320	0.6		8		
24.11.1975	Pano umumi çıkışı	300	0.6		14	V.III.	
24.11.1975	Pano umumi çıkışı	—	0.7		12	V.U.	
24.11.1975	Pano umumi çıkışı	—	0.6		15	V.I.	
26.11.1975	Pano umumi çıkışı	397	0.4		17		
27.11.1975	Pano umumi çıkışı	255	0.5		19	Saat 14.00	
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	280	0.6		22	Saat 01.00	
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	186	0.65		25	Saat 14,55	
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	273	0.65		27	Saat 17.00	
28.11.1975	Pano umumi çıkışı	273	0.65		27		
29.11.1975	Pano umumi çıkışı	231	0.70		29	Panonun kapatılma kararı alındı.	
30.11.1975	Üst Baraj Kaçağı	105	7.0	20	—	40	
1.12.1975	Üst Baraj		7.0	14.5	15	70	Baraj kaçınıyor
4.12.1975	Üst Baraj		8.5	11.0	3	53	Baraj takviye edildi
11.12.1975	Üst Baraj		9.0	6.0	2.5	23	Dengeleme yapıldı.
26.12.1975	Üst Baraj		10.0	5.0	2.5	7	
2. 1.1976	Üst Baraj		10.0	3.6	4.0	8	
7.12.1976	Üst Baraj		7.0	10-5	3.0	7	

7.2, Uygulama II - EKİ KOZUM Bölgesi İhsaniye Bölümü
21718/21905, -S6Q/-425 ocak V. Çay panosu

Pano üretime başlangıçta dönümlü olarak geçmiştir. Pano sınırı olarak düşünülen H. Petro nefesliğine kadar bütün katlar çalışmış ve hiçbir kızışma emaresi görülmemiştir. Bilahare panonun H. Petro nefeslik ilerisinin ilerletimli olarak çalışılmasına ve sadece V. kat ayak olarak hazırlanmasına karar verilmiştir. Diğer kat kömürleri ise gerilerden çekirme suretiyle alınmaya çalışılmıştır. İki eski pano arasında, kalan bir topuk olduğundan ömrünün pek uzun olamayacağı ve dolayısıyla hiçbir kendiliğinden sorunu çık-



mıyacağı inancı vardır. Günde 470 ton tüvenan kömür çıkararak Bölge üretimine büyük katkısı olmaktadır. Nisan 1976 tarihine kadar pano umumi çıkışındaki CO değeri milyonda 5-8 arasında değişmekteydi. Bu tarihten sonra CO da süratli ve sürekli bir artış başladı (Tablo - 4). Panodan geçen hava miktarı 300 m³/dak. ve CHi % 0,3 civarındaydı. Hava miktarında 100 m³/dak.lık bir azaltma yapılmış fakat pek olumlu bir sonuç alınamamıştır. 4.5.1976 günü yapılan CO ölçüleri plânda (Şekil - 3) numaraları daire içerisinde görülen noktalarda yapılmıştır. Alman sonuçlar 1 ile 6 numaralı noktalar arasında sırasıyla şöyledir : milyonda 19, 200, 40, 7.5, 5 ve 19.2 ve 3 no. lu ölçüler ayak arkasındaki göçük sahadan alınmış ve milyonda 200 değeri, tüple ölçülmüştür. Üst ve alt taban yollarında Şekil -3'de görüldüğü gibi ramble duvarı ve kil keson yapılarak eskilere hava sızmaları önlenmeye çalışılmış ve CO oranında düşüş kaydedilmiştir (Tablo-4).

Bir müddet sonra pano umumi dönüş havasında CO oranı tekrar süratle artmaya başlamış ve yapılan çalışmalar netice vermeyince, 16.5.1976 günü panonun tekrar açılmamak kaydıyla kapatılmasına karar verilmiştir.

Tablo --- 4

Tarih	Numunesi Atandığı Yer	Havailik. CH ₄ (ırf/sfak.) (%)	O ₂ (%)	CO _j (%)	CO (mil)	Düşünceler
15.11.1975	Pano umumi	430	0.20		6	
12.11.1975	Pano umumi	400	0.25		6	
19.11.1975	Pano umumi	440	0.40		6	
1.12.1975	Pano umumi	351	0.30		5.5	
7.12.1975	Pano umumi	-	0.50		4	
15.12.1975	Pano 'umumi	274	0.40		6	
25.12.1975	Pañio umumi	-	0.25		5	
3. 1.1976	Pano umumi	-	0.30		6	
13. 1.1976	Pano umumi	264	0.30		5	
28. 1.1976	Pano umumi	250	0.20		5.5	
7. 2.1976	Pano umumi	390	0.40		5.5	
17. 2.1976	Pano umumi	312	0.30		6	
27. 2.1976	Pano umumi	230	0.25			
27. 2.1976	V. Kat eskiler		1.50	17	0.5	29

Tarih	Numunenin Atıldığı Yer	Hava Mk. (1a?/dak.)	CH ₄ (%)	O ₂ (%)	CO (%)	CO (mil)	Düşünceler
4. 3.1976	Pano umumi	238	0.20			8.5	
9. 3.1976	Pano umumi	235	0.30			8	
16. 3.1976	Pano umumi	254	0.30			7.5	
26. 3.1976	Pano umumi	260	0.30			7	
28. 3.1976	Pano umumi	324	0.25			6.5	
1. 4.1976	Pano umumi	238	0.50			6	
5. 4.1976	Pano umumi	289	0.90			9	V ardiye II.
15. 4.1976	Pano umumi	178	0.60			16	
20. 4.1976	Pano umumi	195	0.30			17	
22. 4.1976	Pano umumi	192	0.3			26	Saat 17.00
24. 4.1976	Pano umumi	207	0.35			23	Var diye I.
26.4.1976	Pano umumi	168	0.3			25	
26.4.1976	Ayak başı ramble arkası		0.8			100	
28.4.1976	Ayak başında 6 m. geride	105	0.25			9	
28.4.1976	Pano umumi	163	0.4			26	
1.5.1976	Pano umumi	158	0.25			30	
3.5.1976	Pano umumi	170	0.50			32	
5.5.1976	Pano umumi	181	0.50			18	Üst tb. yoluna ramble duvan yapıldı.
5.5.1976	Çay tb. yolu	156	0.5			14	
7.5.1976	Pano umumi	189	0.3			13	
7.5.1976	Üst tb. yolu	158	0.3			10.5	
9.5.1976	Pano umumi	195	0.5			19	
11.5-1976	Pano umumi	168	0.6			23	
13.5.1976	Pano umumi	189	0.5			22	Vardiye I.
14.5.1976	Pano umumi	198	0.5			27	
14.5.1976	Üst tb. yolu	144	0.5			20	
15.5.1976	Pano umumi	189	0.5	20	0.2	37	Saat 14.30
15.5.1976	Pano umumi	180	0.4	20		40	Saat 17.00
16.5.1976	Pano umumi	162	0.4	20		43	Panoyu (kapatma karan alındı.
21.5.1976	Üst baraj arkası		4	10.5	2.5	250	(tüpler)

8. Panoların **Kapatılması** (Barajlar)

Kendiliğinden yanmaya müsait panolar; yangın çıkması halinde veya üretim bitiminde, bekletilmeden, önceden hazırlanmış yangın bekleme barajlarından sızdırmaz bir şekilde kapatılır.

8.1. Yangın Beklerce Baraj Yerlerinin seçimi

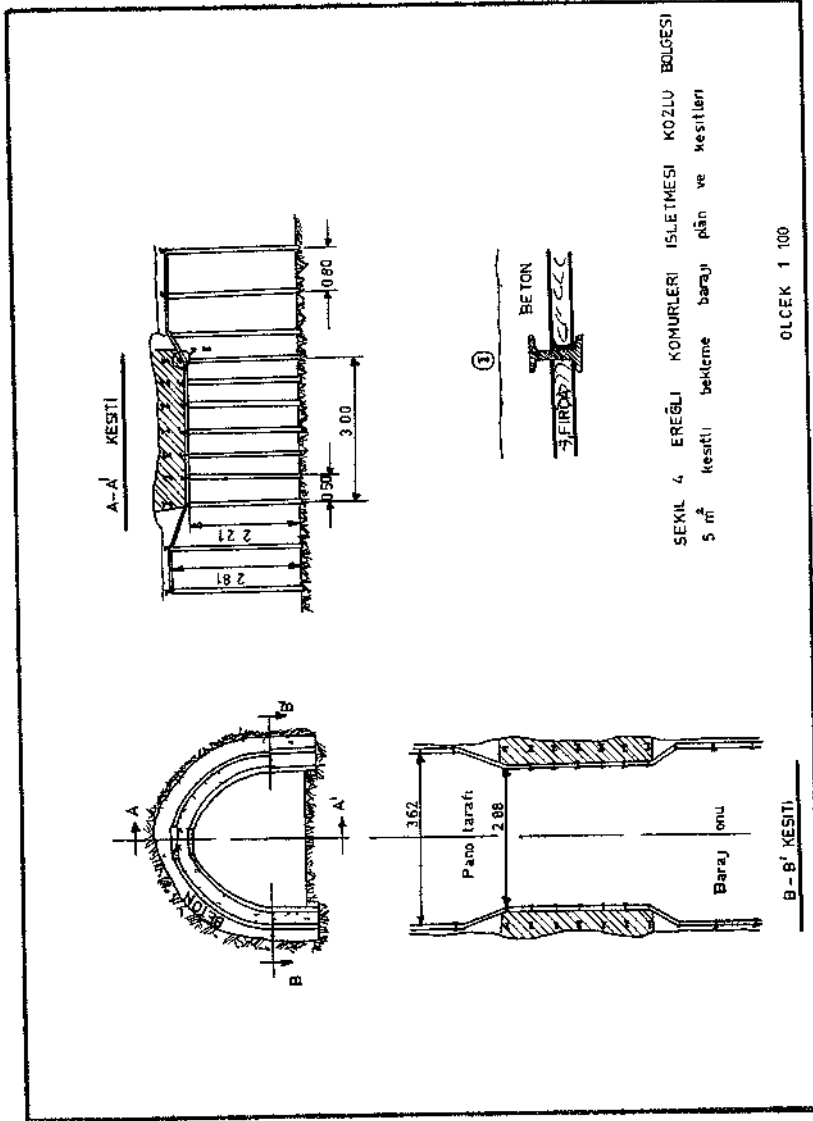
Kendiliğinden yanmaya müsait bütün panolarda üretime geçmeden önce panonun hava giriş ve dönüş yollarında yangın bekleme barajları inşa edilir. Bekleme barajlarının yerleri; o işyerinin yetkili teknik elemanlarınca yerinde görülerek, ana kat lâğımlarına yeterli topuk mesafesi de düşünülerek, en sağlam yerde tesbit edilmelidir. Bekleme barajlarının ön ve arka kısımlarının tahkimatı en iyi şekilde yapılarak pano bitinceye kadar korunmaya çalışılır; gerekirse bu kısımlar beton kemere alınır.

8.2. Beklenip barajının inşası ve bafemj

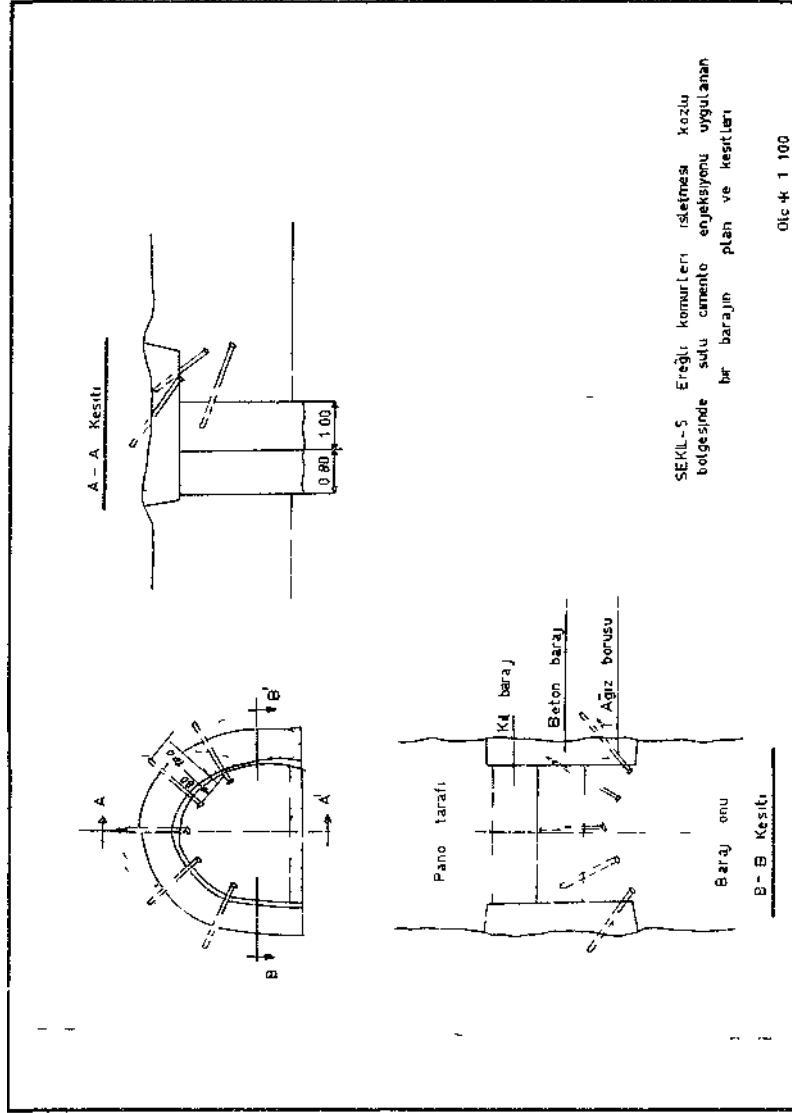
Pano giriş ve çıkış rekupları üzerinde en sağlam yerde tesbit edilen baraj yerleri 3 m. boyunda taranır ve 50 cm. ara ile demir bağlar bağlanır. Bilahare bu bağların iç kısmına ve karşılıklı gelecek, şekilde istenilen kesitteki bekleme barajına ait demir bağlar da bağlanır. Önce bağ diplerine ayak betonu dökülür daha sonra iç kısımdaki bağlar arası sık bir şekilde fırçalanarak arkaları harçla dipten yukarı doğru doldurulur ve bağ arkalarında boşluk kalmaması için azamî dikkat gösterilir (Şekil-4). E.K.İ. Kozlu Bölgesinde, rekup lâğımları içerisine tonluk araba nakliyatı yapılıyorsa 5 m² ve 5 tonluk araba nakliyatı yapılıyorsa 8 m² kesitli yangın bekleme barajları inşa edilmektedir.

Zamanla kesiti bozulan, çatlayan ve kabaran bekleme barajları taranarak ve kavlakları dökülerek tamir edilir.

Bekleme barajını çevreleyen araziden oluşan boşluk ve çatlaklar, cidara yeterli sayıda delinen deliklerden sulu ç-



mento enjekte edilerek giderilebilir (Şekil-5). Yapılan bir uygulamada, 8 m² kesitli bir bekleme barajına delinen 6 adet deliğe 20 torba çimento enjekte edildiği tesbit edilmiş ve sızdırmazlık yönünden olumlu sonuç alınmıştır.



Baraj kapatma malzemeleri; değişik baraj tipleri için değişmektedir. 5 m² ve 8 m² kesitli bekleme barajları için gerekli kapatma malzemeleri şunlardır.

	5 m ²	8 m ²	Açıklama
Kil (toprak)	6 m ³	10 m ³	(0.80 m. kalınlık için)
Kum - çakıl	5 m ³	8 m ³	
Çimento	35 torba	50 torba	(300 dozajlı)
Tahta	100 adet	150 adet	(2x15x200 cm)
Direk (ağaç)	3 m. lik	3.50 m. lik	6 adet
Numune borusu (gaz)	500mm.	500 mm.	6.5 m. boyda 5 adet
Su borusu	1500mm. 1 adet	1500mm.	(omegalı)
Havalandırma borusu	6000 mm.	6000 mm.	6 m.
Metan dire'naj borusu	1000 mm.	1000mm.	12 m. (Metan drenajı uygulanan yerde)
Ağırlık barajı için	1350 torba kum	1600 torba	(36 Kg. lik)

8.4. Genel İlkeler

Tüm yangın bekleme barajları numaralandırılır ve yerleri imalat paftalarına işaretlenir.

Bütün çıkış barajlarına; iç çapları 25 mm. den daha küçük olmıyan ve baraj arkasına doğru 10 metre ve 1 metre uzanan iki adet, giriş barajlarına bir adet numune borusu ve bir adet omegalı su boşaltma borusu konur. Numune boruları tavana asılarak, kırılmıyacak şekilde desteklenir. Çıkış barajına en az 100 mm. çapında flanşlı bir adet metan drenaj borusu konur. Yangınla kapatılıp tekrar açılması düşünülen barajlara konulan koruyucu numune borularının içersine tüm uzunluğunca daha küçük çaplı numune alma boruları yerleştirilmesi uygun olur.

Beton baraj yapımında çabuk priz yapan çimento kullanılması uygundur.

Sadece baraj yapımında kullanılmak üzere karo stokunda en az 10 ton çimento bulundurulur ve çimento kalitesindeki bozulmayı önlemek için stok zaman zaman yenilenir.

Baraj kapatma malzemeleri panoların müsait yerlerinde her an kullanılabilir halde hazır bekletilir.

Panolarda açık alevli yangın ihtimaline karşı tahliye ekibi bekleme istasyonu her pano için önceden düşünülmeli ve plânlara işaretlenmelidir.

8.5. Kapatılan Barajların Kontrolü

Kapatılan tüm pano giriş ve çıkış barajlarında çeşitli yöntemler uygulanarak sızdırmazlık kontrolü yapılır.

- a) Baraj cidarı ve yüzeyinde hava kaçağı sesi aranır,
- b) Duman tüpü kullanılarak dumanın hareketine bakılır,
- c) Çatlaklarda dedektörlerle gaz kontrolü yapılarak kaçak olup olmadığı tesbit edilir.

Kaçırılan barajlarda daha önce tarif edilen tedbirler alınır.

Tekrar açılması düşünülmeyen fakat üretim yapılan komşu panolarla irtibat sağlama ihtimali olan tüm barajlar en az ayda bir defa kontrol edilerek neticeleri işyerinde özel bir deftere kaydedilmelidir.

Açık alevli yangınla kapatılmış, sonradan tekrar açılması düşünülen panoların giriş ve çıkış barajları haftada bir defa kontrol edilerek numuneler alınır ve metan, oksijen, karbon monoksit, karbon dioksit oranları tesbit edilir.

Çıkış barajındaki uzun numune borusundan alınan numunenin analiz neticesine göre panonun açılmasına karar verilir. Açılma kararı verilecek panonun numunesinde karbon monoksit bulunmamalıdır. Oksijen oranının da % 2'nin altında olması en ideal durumdur.

E.K.İ. Kozlu Bölgesinde alevli yangınla kapatılan ve çıkış barajlarından alınan numunelerin analiz değerlerine göre yeniden üretime açılan bazı panolara ait hava analiz sonuçları :

Tarih	Numunenin aldığı yer	O ₂ %	CO ₂ %	CH ₄ %	CO
13.12.1963	+ 5 Barajı	0,9	1,6	36,6	Yok
13.12.1963	-200/22545 Barajı	1,8	1,8	52,2	Yok
18. 2.1966	-200/22503	2,4	8,1	6,6	Yok
12. 3.1976	-200/22503	2	12	4,5	Yok

Kati açılma kararı verilmedikçe kapalı pano içerisine hava girmesine müsaade edilmemelidir.

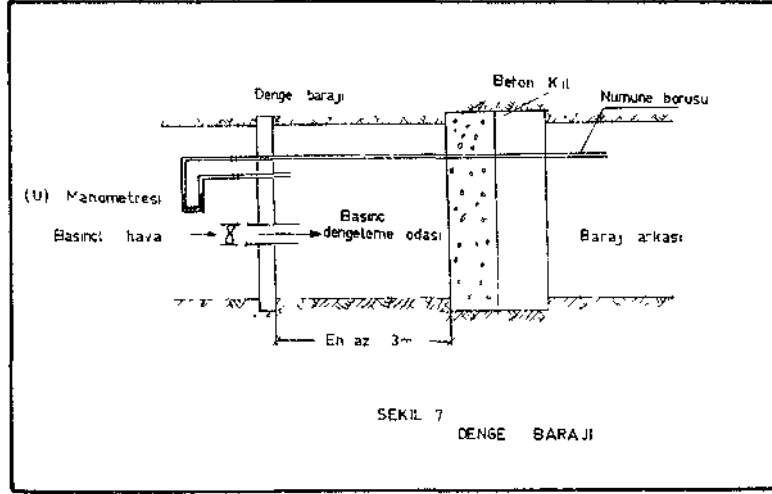
8.6. Yangın Barajlarında Basınç Dengelemesi

Yangınla kapatılmış barajların önü ile pano tarafı arasındaki basınç farklılıkları dengeleme suretiyle giderilebilir. Bu suretle baraj gerisindeki farklı basınç, bir karşı basınç ile eşitlenerek baraj cidarından sızmalar asgariye indirilerek yangının daha kısa zamanda sönmesi sağlanır.

Denge barajı, beton baraj önünde en az 3 m. boşluk bırakılarak kurulan sızdırmaz bir beton veya tuğla duvardır. Denge barajı önündeki bu boşluğa kontrollü şekilde basınçla hava verilerek baraj arkası ve önündeki basınç farkı kurulan bir monometre düzeni ile dengeli tutulur. Barometrik basınç değişiklikleri ve ocak ana hava devrelerindeki değişmelerin etkilerini yok etmek için zaman zaman vana ile basınçlı hava ayar edilir. Uygulama E.K.İ. Kozlu Bölgesinde yapılmıştır (Şekil-7).

9. Sonuç Ve Öneriler

Kendiliğinden yanmaya tesir eden etkenlerin bu tür damarlarda üretim yapan elemanlarca çok iyi bilinmesi gerek-



lidir. Bugün havzada kendiliğinden yanmaya müsait damarları çalışan teknik elemanların bu konuda yeterince eğitilmediği; ancak bu tür vakalarda fiili olarak kazanılabilen tecrübelerin ışığı altında çalışma yapıldığı bir gerçektir.

Zonguldak Kömür Havzasında meydana gelmiş olayların gerçek nedenleri hadiseden sonra çok daha iyi anlaşılmakta; fakat bu olayların derinliğine özleştireleri açıkça yapılamadığından, birçok gerçekler açıklığa kavuşmamakta ve sonuç olarak yeterince ders alınmamaktadır. Havzadaki, kendiliğinden yanmaya müsait damarlar elde mevcut bilgiler çerçevesinde sınıflandırılmaya tabi tutulmuşlardır. Bunun en doğru şekil olduğu söylenemez. Sadece bir ilk adım olarak kabul edilip daha detaylı çalışmaların yapılması gereklidir.

Yangın bekleme barajlarının yapılabilmesi için bir panonun alt ve üst taban yollarına, ana kat lağımının kömürü kestiği yerden değil, rekup lağımları ile girilmelidir.

Ayak ilerleme hızının tavan kontrolü üzerindeki olumlu etkisi bir gerçektir. Bu durumun ocak kızışmalarını geciktirdiği ve ayak arkasında kalan kömüre kızışma fırsatı da vermediği bilinmelidir.

Zonguldak Kömür Havzasında bundan böyle belirli bir zaman süreci (örneğin 5 yıl) içerisinde, kendiliğinden yan-

maya müsait damarların dönümlü uzun ayak şeklinde veya buna benzer bir yöntemle işletilmesi en uygun yol olur.

Çay ve acılık kömür damarlarının kalın olması birden fazla kat halinde çalışmayı zorunlu kılmaktadır. Bu durumda dönümlü olarak üretim yapılmadığı takdirde kendiliğinden kızışmayı önleyici tedbirlerin alınması oldukça zor ve çoğu kez imkânsızdır.

Ayak arkasında kızışmanın, buralarda kalan kömürlerden oluştuğu bilinmektedir. Kömürün arkalarda en fazla bırakıldığı durumlar ise, fay ve kırılma zonları ve damarın fazla kalınlaşma yaptığı kısımlardır. Bu şartlarla karşılaşıldığında bütün tedbirlerin alınması gereklidir.

Kendiliğinden yanmaya müsait panolar müstakil olarak havalandırılmalıdır.

Yangına müsait tüm ocaklarda belirli aralıklarla hava analizlerinin yapılarak neticelerin kaydedilmesi ve CO/0₂ azalması oranının hesaplanarak kızışma seyrinin yakından takip edilmesi şarttır.

Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesinde son bir yılı aşkın bir süredir, üretimin % 85'nin kendiliğinden yanmaya müsait Çay ve Acılık damarlarından yapılmasına rağmen ocak yangınlarına karşı verilen bilinçli mücadele sonucu hiçbir alevli yangınla karşılaşmamıştır.

Yangın bekleme barajları, panolarda alevli ocak yangınları görüldüğünde derhal sızdırmaz bir şekilde o panonun kapatılarak diğer işyerlerini etkilemesi önlenir. Şayet panoda yangın çıkmamışsa, üretim bittikten sonra pano genede bu baraj yerlerinden kil ve beton barajlarla kapatılır.

Alevli yangınla kapatılacak panolarda mutlaka ağırlık (şok) barajı yapılmalıdır, beton barajların yapımında önce en az 24 saat beklenmelidir.

Kapatılan pano barajlarında sızdırmazlık çok önemli bir unsurdur. Bunun sağlanması için gerekli tedbirlerin yanında basınç dengelemesi yapılması yararlı olmaktadır.

Tebliğde belirtilen görüşler, Ereğli Kömürleri İşletmesi ile ilgili olsun veya olmasın, tebliği hazırlayanlara aittir.

Kaynaklar :

- 1 — Symposium on the Prevention of Spontaneous Combustion, November 1970.
- 2 — WILLET, H. L., BLUNT J., COULSHED, A. J. G., TIDESWELL, F. V. : «Sealing off Fires Underground» The Ins. Min. Engrs. August 1962.
- 3 — GÜNEY, M. : «Oxidation and Spontaneous Heating of Coal» METU Journal of Pure and Applied Sciences Vol. 5, No. 1, April 1972.
- 4 — NATIONAL COAL BOARD - WESTERN AREA MINING DEPT. INST. Sjeial Measures to be Taken at Collieries in Relation to Spontaneous Combustion or Special Fire Risk, Tarihsiz.
- 5 — HOSGİT, M. EMİN : «Kendiliğinden yanmanın Önlenmesi» Madencilik, Kasım 1975.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsi salonu/ankara**

YENİ BİR
NOKLEER ENERJİ
HAMMADDE KAYNAĞI
BOĞAZLAR

**TMMOB
MADEN MÜHEMMİSLERİ ODASI**

YENİ BİR NÜKLEEK ENERJİ HAMMADDE KAYNAĞI BOĞAZLAR

Dr. İsmet UZKUT^{*)}

Ö z e t :

Dünya'nın bugünkü ve gelecekteki enerji gereksiniminin karşılanmasıdaki kaynak dağılımı, yakın gelecekte bir uranyum darlığının ortaya çıkmasının kaçınılmaz olacağını göstermektedir. Bu nedenle, özellikle gelişmiş endüstri ülkeleri yeni uranyum kaynaklarının bulunması ile ilgili araştırmalara öncelik vermişler ve bu arada deniz suyundan uranyum elde edilimine yönelmişlerdir.

Öte yandan, gittikçe belirginleşen bir enerji açığı ile karşı karşıya bulunan ülkemizde, az bir yatırımla ve düşük bir maliyetle deniz suyundan uranyum elde etme olanağı mevcuttur; bu ise boğazlardır.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Der heutige und zukünftige Stand der Weltenergieversorgung lässt in der Zukunft eine Rohstoffverknappung bei den Kernbrennstoffen erwarten. Besonders die entwickelten Industrienationen bemühen sich um neue Rohstoffquellen bei der Deckung dieses zu erwartenden Bedarfs, wobei sie den Untersuchungen zur Urangewinnung aus dem Meerwasser besondere Aufmerksamkeit widmen. Diese Untersuchungen scheiterten bisher immer wieder daran, dass

*) E.Ü. Mühendislik Bilimleri Fakültesi Öğretim Görevlisi

man dabei mehr énergie aufwenden muß, als die, man zurückgewinnt.

Dagegen Hegt innerhalb der Grenzen der Türfei die Möglichkeit vor, ohne zusätzliche Energiverwendung aus dem Meerwasser mit wenigen Kosten Uran zu gewinnen. Dies ist der Bosphorus oder Dardanellen, da hier das Meerwasser durch Naturkraeite omit Ikinetischer Energie geladen ist, die sich bei der Urangewinnung ausnutzen laesst.

A. Giriş:

Bilindiği gibi, 1973 yılındaki Arab-İsrail çatışması, dünya hammadde sektöründe etkisini daha uzun yıllar hissettirecek bir dönüm noktası olmuştur. Bu olaydan çok kısa bir süre sonra, petrol fiatları 4 misline yakın bir artış göstermiş bunu 7 misline varan diğer hammadde çeşitlerindeki artışlar izlemiştir. Ayrıca, hammadde, belki de tarihte ilk defa politik araç olmaktan çıkarak politik amaç niteliği kazanabilmiştir.

1973 yılı sonbaharının dünya hammadde sektöründeki konumu ve etkileri kuşkusuz daha uzun yıllar tartışılıp irdelenecektir; ancak şimdiden kesin olarak söylenebilecek en önemli nokta, tümü hammadde tüketici durumunda olan endüstri ülkelerinin, çoğunluğu hammadde üreticisi olan ülke ve ülke gruplarına nazaran bu yeni ortaya çıkan durum karşısında çok daha hızlı ve çok daha etkin önlem alabildikleridir.

Son 3 yü içindeki sözkonusu önlemlerden en önemlisi enerji sektöründe olmuştur : endüstri ülkelerinin büyük çoğunluğu muhtemel bir petrol ambargosuna karşı 3 hatta bazan 6 aylık stoklarla kendilerini garantiye almalarının yanında, enerji üretimlerini petrolden daha az dışa bağımlı ve daha ucuz kaynaklara yöneltmişlerdir.

Bu durumda nükleer enerji, endüstri ülkeleri için hemen hemen tek seçenek olmuştur. Bu yönelmede en önemli etken, günümüzde tek nükleer enerji kaynağı olan dünya uranyum rezervlerinin hemen hemen % 90 ma yakın bir bölümü ile teknolojisinin tümünün endüstri ülke denetimi altında olması olmuştur (von Wahl, 1976 ve Thomas, 1976)

B. Gelecekte Nükleer Enerji HamjiBiedde Gereksinimi ve Karşılanmiası :

Halen günümüzde nükleer enerjinin toplam dünya enerji üretimindeki payı % 1 civarındadır. Özellikle son 3 yıl içinde endüstri ülkelerinde nükleer enerjiye o kadar yoğun bir yönelme olmuştur ki ,bu oran 1980 yılında % 6 ya, 2000 yılında da % 20 ye çıkacaktır (International Atomic Energy Agency, United Nations, 1973). Daha önemlisi bu oransal artışın miktarındaki durumudur. Buna göre 1974 yılında yaklaşık 20.000 ton olan dünya metalik uranyum gereksinimi, 1980 yılmnda 100.000, 1985 yılından sonra da en az 200.000 tona yükselecektir (von Wahl, 1976). Eğer nükleer enerjiye yönelme, endüstri ülkeleri dışındaki ülkelere de sıçradığı takdirde, bu gereksinimin sıçrama hızına bağlı olarak iki misline çıkması da sözkonusudur (Venzlaff, 1976)

Oysa, bilinen dünya uranyum rezervleri, uranyum gereksinimindeki bu üssel artışı uzun yıllar karşılayabilecek düzeyde değildir.

Enternasyonal Atomik Enerji Ajansı ve OECD Nükleer Enerji Ajansı (1973 ve 1974) verilerine göre, bilinen dünya rezervleri yaklaşık 3 milyon ton metalik uranyum civarında olup, nükleer enerji üretimindeki artış gerçekleştiği takdirde 1990 yıllarında, en geç 2000 yılında bitmiş, olacaktır. Geçen süre içinde yeni bulunacak yataklarla rezerv iki misline çıkarılabilse dahi, bu toplam sürede ancak 6-7 yıllık bir artış sağlayabilecektir (Venzlaff, 1976).

Üstelik yeni uranyum yataklarının bulunma olasılığı da gün geçtikçe azaldığı gibi maliyeti de büyük ölçüde artmaktadır. Oysa, arama teknolojisi son yıllarda büyük ilerlemeler kaydetmiş metalik uranyum fiatları da iki misline yakın bir artış göstermiştir. Venzlaff a (1976) göre, 1945 -1960 yılları arasındaki dönemde, 1960 yılından sonraki döneme nazaran her yıl, ortalama olarak 2 misli uranyum rezervi saptanabilmiştir. Bununla metalik birim uranyum başına düşen arama masrafları ise Barnes'a (1972) göre ise 2,5 misline yükselmiştir.

Gelecekteki uranyum gereksinmesinin gelişmesinde gözönüne alınması gerekli önemli bir nokta da? uranyum sektöründeki darlığın kendini bitme süresinden çok önce hissettirmeğe başlayacağıdır.

Nitekim, bu darlık şimdiden hissedilmeye başlanmış ve en büyük tüketici olan endüstri ülkelerini geleneksel uranyum kaynakları dışındaki yeni kaynakların değerlendirilmesine doğru yöneltmiştir. Bu gelişmeleri şu iki ana grupta toplamak mümkündür :

a) Yanürün olarak uranyumu kaynakları

Uranyumun yanürün olarak elde edildiği en önemli yataklardan birisi, Güney Afrika'daki Witwatersrand Konglomeralarıdır. Burada 250 km. çapındaki bir çukurun tabanında ve güney bölümünde, konglomeralar içinde ortalama derişimi 200 ppm U_3O_8 bulunmaktadır. Varlığı ilk olarak 1923 yılında saptanan uranyum, endüstriyel çapta 1952 den sonra üretilmektedir. Yıllık üretim, 1959/60 yıllarında 5.000 ton/yılla çıkmış olmasına karşın, halen 2600 ton civarındadır. Ancak, uranyum üretimini, altın üretiminin yan ürünü olması nedeniyle istenildiği biçimde artırmak mümkün değildir, çünkü uranyum üretimini etkileyen en önemli faktör altının dünya piyasasındaki durumu olmaktadır. Witwatersrand Konglomeralarından üretilebilecek en yüksek uranyum miktarı, altının en uygun piyasa koşullarında dahi 10000 ton/yıl olarak tahmin edilmektedir (Venzlaff, 1976).

Uranyumun yanürün olarak elde edilebileceği ikinci olasılık da, fosfat kayalarıdır; Özellikle denizel kökenli fosfat kayalarında 50 - 300 ppm arasında değişen ortalama 120 ppm civarında U_3O_8 bulunmaktadır (Gulbrandson, 1966). Ancak uranyum içeren fosfat kayalarından uranyum üretebilmek için en önemli koşullardan biri, tesis kapasitelerinin yüksek olması (100.000 ton P_2O_5 işleyen bir fosforik asit tesisinden 50 ton uranyum) ve fosfat kayası işleyen tesisin fosforik asit üretimine dayandırılmasıdır. Bu koşulların yerine getirildiği tesisler, ABD, Fas, Cezayir, Hindistan, İran- İsrail, Japonya, Fransa, İtalya, Hollanda, İngiltere ve İspanya'da bulunmaktadır (Cathcard, 1975). Bütün bu tesislerden yan-

ürün olarak uranyum elde edilmiş olsa bile, elde edilecek miktar 5.000 ton civarındadır ki, bu gelecekte beklenen uranyum gereksinimi yönünden çok düşük bir değer olmaktadır.

Zaten bu nedenle de, dünyada fosfat kayalarından uranyum üreten tek bir tesis bulunmaktadır : bu da yılda 115 ton uranyum üreten Florida tesisidir. Aynı yöntemle çalışan 4 yeni tesis daha planlanmış ve kısmen yapıma başlanmış olmasına rağmen, fosfat kayalarının gelecekteki uranyum gereksinimi karşılama da etkin bir rol oynaması söz konusu değildir.

Uranyumun yanürün olarak elde edilebildiği en yeni kaynaklardan biri de, bakır cevherleridir. Güney Afrika'daki Palabora bakır yatağının flotasyon artıklarında Uranotoryanit ve zâkonyum minerali Baddeleyit bulunmakta ve uygulanan bir gravitasyon yöntemi ile 40 ppm uranyum içeren bir ürün elde edilerek bundan liçing yöntemi ile ekonomik olarak uranyum elde edilebilmektedir. Halen çalışmakta olan bir tesiste 100 ton uranyum elde edilmektedir.

Son yapılan araştırmalar da, ABB'deki büyük bakır yataklarının flotasyon artıklarının liçingi esnasında ortaya çıkan çözeltilerin 10 ppm uranyum içerdiği ve bunlardan ekonomik olarak uranyum elde edilebileceğini göstermiştir. Halen Bingham'deki bir pilot tesis deneme çalışmaları yapmaktadır (Mc Ginley vd Facer, 1975). Ancak bu olanaktan da beklenen uranyum üretim potansiyeli hiçbir zaman yılda 600 tonu aşmayacaktır (Venzlaff, 1976).

b) Ana ürün olarak uranyum kaynakları

Litosfer'deki en önemli uranyum birikimi olarak bitümlü şistler olarak gösterilmektedir (Svenke, 1975). Bunlardan en önemlisi ve en zengini Güney İsveç'deki Ranstad bitümlü şistleridir. Burada- 500 km² bir alan içinde bitümlü şistler ortalama 235 ppm uranyum içermektedir. Halen yılda 800.000 ton şist işleyen bir deneme tesisi çalışmakta olup, yılda 6 milyon ton şist işleyecek ve 1275 ton uranyum elde edecek bir üretim tesisi plânlanmış bulunmaktadır.

Banstad bitümlü şistleri kadar olmasa bile, önemli oranda uranyum birikimi ABD'deki Chattanooga Şeylleri'dir. Ortalama 70 ppm uranyum içeren şeyllerden uranyum elde ediliminin ancak 100 Dolar/lb İnk bir uranyum fiyatında ilginç olabileceği hesaplanmıştır (Davis, 1972).

Ranstad deneme tesisinden elde edilen ilk tecrübeler, bitümlü şistlerden uranyum elde ediliminin sınırlı olduğu ve büyük sorunlar yarattığını ortaya koymuştur. Bu sorunların başında, madencilik tekniği açısından şeyllerin çok geniş bir alana yayılmış olması ve bu nedenle birim alan başına düşen madencilik faaliyetinin çok yüksek olması gelmektedir. Bu da ayrıca, çevre sorununu doğurmaktadır : zira geniş alanların tarım, orman ve şehircilik açısından kullanılmam hale gelmesi ve artıklar içinde bulunan az miktardaki piritin çevreyi kirletmesi, çözülmesi ancak yüksek yatırımlarla mümkün olan sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır.

Aynı durum, grantilerden uranyum elde edilimi için de geçerlidir. Çeşitli yörelerde ortalama uranyum derişimi 12-400 ppm arasında değişen granit massileri saptamıştır. Bunlardan en önemlileri, ABD'deki 12 ppm uranyum içeren Conway graniti, Gröland'daki illimaussağ nefelin siyeniti (200 ppm uranyum) ve Güneybatı Afrika'daki 400 ppm uranyum içeren Rössing granitidir. Bunlardan yalnızca Rössing'de bugünkü fiyatlarla ekonomik olarak uranyum elde edilebileceği saptanmış ve günde 40.000 ton granit işleyecek ve yılda 4000 - 5000 ton uranyum elde edecek bir üretim tesisi planlamıştır. Diğer granit massiflerinden ise derişimlerine bağlı olarak daha yüksek fiyatlarda uranyum elde edilebileceği hesaplanmıştır (Bieniewski et al. 1971).

Bütün bunlardan başka, düşük tenörlü uranyum yataklarından yerinde liçing (in situ leaching) yöntemi ile uranyum elde etme çalışmalarından da bahsetmek gerekir. Bu yataklar, çoğunlukla Güney Texas'da bulunmakta ve 3 yerde (Grants, George West ve Bruni) ekonomik olarak uranyum elde edilmektedir. Bunlardan Grants/Yeni Mexiko'daki yatağın galeri sularındaki 10 ppm derişimindeki uranyumdan

yılda 100 ton metalik uranyum elde edilmektedir. Diğer ikisinde ise yılda 125 ton uranyum elde edebilen 2 tesis faaliyettedir. Ayrıca, aynı yörede birisi Union Carbide Corp., diğeri de Mobil Oil Corp. tarafından olmak üzere hemen hemen aynı kapasitede iki yeni tesis plânlanmış olup, 1976 yılı sonlarında üretime geçmesi gerekmektedir (Rosenbaum, 1976).

İster yanürün, isterse ana ürün olarak elde edilsin geleneksel, uranyum kaynakları dışındaki yeni kaynakların dünya uranyum gereksiminin karşılanmasındaki etkinlikleri çok kısıtlı olacaktır .Bu kaynakların diğer bir özelliği de, sınırlı olmaları yanında, değerlendirilmelerinin yüksek maliyetle mümkün olması, madencilik ve çevre açısından yeni sorunlar yaratmalarıdır. Bu, bu kaynakların ihmal edilmesi anlamında ele alınmamalıdır. Kuşkusuz, bu kaynakların değerlendirilmesi, gelecekteki gereksinim açısından zorunludur. Ancak, bunlarında kesin ve nihai çözüm yolu oluşturamadıklarının da bilinmesinde yarar vardır.

C. Deniz Suyundan Uranyum :

Gelecekteki yoğun uranyum gereksinimi ve mevcut yeni ve eski kaynakların bu gereksinimi karşılamakta yetersiz kalmaları, dikkatleri yerkabuğunun en büyük uranyum birikimi olan deniz suyunda toplanmasına yol açmıştır. Bilindiği gibi, deniz suyunda tonda 0,003 gr. olmak üzere toplam 4 milyar ton gibi, dünya ihtiyacını daha uzun asırlar boyu karşılayabilecek miktarda uranyum bulunmaktadır (Wedepohl, 1969). Nitekim özellikle, nükleer enerji hammadde kaynakları yönünden fakir olan İngiltere ve Japonya başta olmak üzere bazı endüstri ülkelerinde, bu muazzam uranyum birikiminden faydalanma olanakları araştırılmış ve yeni projeler geliştirilmiştir.

Şimdiye kadar elde edilen sonuçları özetleyecek olursak, ' «kation değiştirici» olarak nitelendirilen bazı metal hidroksitleri ve organik bileşikler, yeterli miktarda deniz suyuyla irtibata geçirildikleri takdirde- deniz suyundaki uranyumun büyük bir bölümünü adsorbe edebilme yeteneğine sahiptir-

ler. Ana sorun, yeterli miktarda deniz suyunun bu katyon değiştiricilerle irtibata geçirilmesinde ve öncelikle bunun için normal koşullarda elde edilecek enerji miktarından daha fazla enerji sarf edilmesi durumunun ortaya çıkmasında yatmaktadır. Zira, normal koşullarda deniz suyundan 1 gr. uranyum elde edebilmek için, yaklaşık 300 ton deniz suyunun bu katyon değiştiricilerle irtibata gelmesi gerekmektedir. Davis (1972) bu yöntemle, ancak 70 Dolar/lb lik bir maliyetle deniz suyundan uranyum elde edilebileceğini ileri sürmüştür. Bu nedenle, sözkonusu enerji sarfiyatını azaltıp maliyeti günümüz uranyum fiyatları düzeyine indirmek için, araştırmalarda doğal koşullardan faydalanma yoluna gidilmiştir : uranyumu özel nitelikteki tek 'hücreli «alg» ler yoluyla veya altında «katyon değiştirici» ağlar bulunan yüzen «ada»lar vasıtasıyla toplamak gibi düşünceler çeşitli kuruluşlarca denenmektedir (Llevelyn, 1975). Japon araştırmacılar biraz daha ileri giderek, med - cezir olayından yararlanmayı planlamışlardır. Buna göre, bu yönteme dayanan bir deneme tesisi 1985 yılına kadar kurulmuş ve 1990 yılına kadar da üretime geçmiş olacaktır.

Ancak bütün bu projeler, kısmen birim uranyum başına fazla enerji sarfiyatı gerektirmesi ve kısmen de büyük yatırımlara malolması nedeniyle, günümüz uranyum fiyatları karşısında ekonomik olma olasılığına sahip değillerdir. Gerek Venzlaff (1976) ve gerekse Mc Allister (1976) bunun ancak 1985 -1990 yılları arasında mümkün olabileceğini ileri sürmektedirler.

D. Gelecekte Türkiye Enerji Gereksinimi ve Yeni Kaynaklar :

1975 yılında yaptığımız bir çalışmada, Türkiye'nin mevcut tüm enerji kaynaklarının Türkiye'yi 1992 yılında İtalya'nın 1972 yılındaki durumuna getirmek için bile yeterli olmadığını ve aradan geçen zamanda bulunacak yeni kaynaklarla rezervler 5 misline çıkarılsa dahi, bu sürede pek büyük bir değişikliğin sözkonusu olmayacağı ortaya konulmuştu (İ. Uzkut 1975).

Bu açıdan değerlendirilirse, kalkınmak isteyen Türkiye, kalkınması için zorunlu olan enerji gereksinimi karşılayabilmek için nükleer enerjiye yönelmek mecburiyetindedir; zira yukarıda da belirtildiği gibi, Türkiye geleneksel enerji kaynakları yönünden olanakları oldukça kısıtlı bir ülke durumundadır. Ayrıca, geleneksel nükleer enerji hammadde kaynakları da büyük sayılamaz; Salihli - Köprübaşı çevresinde şimdiye kadar yaklaşık 4500 ton metalik uranyuma eşdeğer bir rezerv saptanabümiştir (U. Sadık, 1977). Bu ise toplam enerji gereksiniminin büyüklüğü karşısında köklü bir miktar olarak göze çarpmamaktadır.

Bu nedenle, Türkiye yeni nükleer enerji kaynaklarına yönelme zorunluğu ile karşı karşıyadır. Yukarıda da ortaya konulduğu *gibi*- bu yeni nükleer enerji kaynaklarından sınırlı olmayan tek kaynak deniz suyudur.

Üstelik, doğa Türkiye'ye az yatırım ve maliyetle deniz suyundan uranyum elde edebilecek büyük bir olanak sağlamıştır. Bu ise boğazlardır.

1971 Mart-Nisan aylarında Amerikan Atlantis II gemisinin yaptığı gözlemlerle de kanıtlandığı gibi (b. Gunnerson ve Özturgut, 1974), İstanbul Boğazı'ndaki bir doğal akıntı yoluyla mevsime göre sanayide 6100-12600 m³ deniz suyu üstten Marmara Denizi'ne ulaşmaktadır. Bu ise günde ortalama 800 milyon, yılda yaklaşık 300 milyar ton deniz suyu demektir.

Bu doğal akıntıya diyagonal olmak üzere yerleştirilecek uygun «katyon değiştirici» ağlar yardımıyla İstanbul Boğazı'nda deniz suyundan uranyum elde etmek olasılığı vardır. Bu yolla, kuramsal olarak günde ortalama 2,4 t, yılda ise 876 ton metalik uranyum elde etmek mümkündür, bu miktarın elektrik enerji eşdeğeri 50 milyar kilowatsaattir. Bu ise, Türkiye toplam enerji üretiminin yaklaşık 3 misline yakındır ve bu nedenle hiç de küçümsenmemesi gereken bir değerdir. Üstelik doğal akıntı nedeniyle gerek enerji sarfiyatı ve gerekse sabit yatırım miktarı çok düşük olacak ve belki de günümüz uranyum fiyatlarına yakın bir maliyet ortaya çıkacaktır.

Kuşkusuz boğazlardan uranyum elde edilmesi çok çeşitli yönlerden yeni sorunları da beraberinde getirecektir. Gerek bu sorunların çözümü ve gerekse maliyet hakkında kesin veriler, ancak yapılacak çok yönlü bir araştırma ile ortaya konulabilir. Böyle bir araştırma ise, tek bir kişinin veya tek bir kuruluşun yapabileceği boyutun çok üstündedir. Bu nedenle, ilgili tüm kuruluşların biraraya gelip işbirliği yapması ve böylece diğer geleneksel hammadde kaynaklarına göre en büyük avantajı «sınırsız» olması olan bu kaynağın Türkiye'ye kazandırılması zorunludur.

Üstelik Llewelyn (1975) tarafından yapılan bir çalışmada, doğal koşullar yardımıyla dünya denizleri üzerinde doğal koşullar yoluyla uranyum elde edilebilecek muhtemel 100 lokasyon saptanmış ve muhtemel toplam üretim potansiyeli olarak da 25.000 ton/yıl olarak verilmiştir. İstanbul Boğazı, bu listede belirtilen lokasyonlardan biri değil, birincisi olarak belirlenmiştir. Ülkemiz bilim çevrelerinin, şimdiye kadar olduğu gibi gelişmeleri arkadan kovalamak yerine gelişmelere koşut olma istemi açısından da, bu çalışmanın yayılması zorunludur.

Diğer bir zorunluluk da, ülkemizin gelecekteki enerji hammadde açığı açısından ortaya çıkmaktadır. Zira 2000 yılına varmadan, ülkemizdeki tüm geleneksel enerji hammadde kaynakları tükenecektir; 2000 yılına kadar iş-tatil ve bayram günleri hariç tutulursa, tam 5396 işgünü kalmıştır.

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- Barnes, F. Q. (1972): Uranium exploration costs. Bowie et al. (1972), Uranium Prospecting Handbook, IMM, Londra, S. 79-94.
- Bieniewski, C.L. et al. (1971) : Availability of uranium at various prices from resources in the United States. U.S. Bur. Min. Inf. Ore. 8501, 92 sahife.
- Cathcard, I. B. (1975) : Uranium in phosphate rock. U.S. Geol. Surv. Open File Report, 34 sahife.
- Davis, M. (1972) : Uranium supply and demand. Bowie et al. (1972) : Uranium Prospecting Handbook, IMM, Londra, S. 17-32.

- Gulbrandson, R. A. (1966) : Chemical composition of phosphorites of the Phosphoria Formation. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 30, S. 769-778.
- Gunnerson, C.G. ve E. Özturgut (1974): The Bosphorus. E.T. Degens ve D.A. Ross (1974): The Black Sea-Geology, chemistry and biology, *Amer. Ass. Petrol Geol.*, Tulsa/Oklahoma, S. 99-114.
- International Energy Agency .United Nations (1973) : World Energy Supplies., New York, 187 sahife.
- Llewelyn, G. I.W. (1975): Recovery of uranium from sea water. I. A. B. Advisory Group Meeting on Uranium Ore processing, Washington 1975.
- McAllister, A. L. (1976): Price, technology and ore reserves. G. J. S. Govett ve M. H. Govett (1976), World Mineral supplies, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, sahife 37-64.
- McGinley, F. E. ve J. F. Facer (1975) : Uranium as a By-Product and By-Products on Uranium Production IAEA Advisory Group Meeting on Uranium Ore Processing, Washington.
- OECD Nuclear Energy Agency and International Energy Agency (1974): Uranium : Resources, Production, and Demand. OECD, Paris, 140 sahife.
- OECD (1974) : Energy Prospects to 1985. Paris, 2 cilt.
- Rosenbaum, J. B. (1976): Minerals extraction and processing; new developments. *Science*, Vol. 191, sahife 720-723.
- Sve'nke, E. (1975) : Potential and limitations for beneficiation of low grade uranium resources. AIF International Conference on the Nuclear Fuel Cycle, Stockholm.
- Thomas, T. M. (1976) : Recent trends in energy consumption and supply. G.J.S. Govett ve M.H. Govett (1976) : World Minerals Supplies, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, S. 147-174.
- Uzkut, I. (1975) : Türkiye Hammadde Sorunu. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, S. 1-31.
- Venzlaff, H. (1976) : Arme Uranerze als mögliche Rohstoffquelle. *Atomwirtschaft.*, Ağustos sayısı, sahife 398-401.
- Von Wahl, S. (1976) : Blickpunkte für die Versorgung der Bundesrepublik Deutschland mit Kernbrennstoffen. *Erzmetall*, 29, S. 295-299.
- Wedepohl, K. H. (1969) : Handbook of Geochemistry. Springer - Verlag, Berlin-New York, 1. eilt.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

MINERAL VE
MİNERAL ENDÜSTRİSİ
ÜRETİM GÖRÜMÜ VE
DIŞ TİCARETTEKİ YERİ

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MİNERAL VE MİNERAL ENDÜSTRİSİ ÜRETİM GÖRÜNÜMÜ VE DIŞ TİCARETTEKİ YERİ

Işık ÖZPEKER *

Özet :

Son on yılda ulusal mineral ve sanayii üretiminin genişlemesinin devamına karşın, mineral ve mineral endüstri si dışalım, dışatımından daha hızla artmaktadır. Bu özdelerin dış ticaretteki değeri, genel dış ticaret oylumuncü büyümesiyle doğrusal bağımlıdır. Gelecekte madencilik ve madencilik sanayii beklenen düzeyde geliştirilemezse, Türk dış ticaret açığını geniş çapta dışalım yönünde etkileyen en önemli kalem olacaktır.

Abstract :

Although production of mineral and mineral industry continued to expand during the last ten years, imports of minerals and mineral industry's products increased more rapid than exports of same items. The value of these commodities in foreign trade is a linear function of foreign bulk trade growth. If mineral industry's and mineral's production are not developed in expected rate, then will become the most important items which influence the Turkish foreign trade balance to a large degree in favor of import in the future.

Giriş :

Ulusların kalkınmasında yeraltı kaynaklarının -mineraller, kayaçlar, doğal yakıtlar, yeraltı suyu- iyi değerlendiril-

(*) Doç. Dr. t.T.Ü. Maden Fakültesi.

meşinin payı büyüktür. Bugün ekonomik yönden güçlü ulusların, tarihsel evrimleri incelenirse, toplumsal ve ekonomik gelişmelerinin, yeraltı varlıklarını bulmada ve değerlendirmede ulaştıkları başarıya çok bağımlı olduğu görülür. Endüstriyel sıçrama ve atılımı sağlayan en önemli olgulardan biri mineral ve mineral sanayisi üretimindeki sağlıklı genişlemedir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkeler yeraltı varlıklarının oylumunu sağlıklı biçimde saptama, verimli olarak işletme ve işleme ile ilişkin sorunları çağdaş anlayışla öncelikle çözmek durumundadırlar. Ülkemizde de ha mmineral ve mineral sanayisi ürünleri üretiminin önemi kavranmış, 1, 2, 3. beş yıllık plânlarda mineral endüstrisini geliştirmek için birçok önlemler önerilmiştir. Ancak uygulamada ki gecikmeler, anamal kıtlığı, yatırımların uygulanabilirliklerini saptamada çağdaş bilimsel yöntemlerin "izlenmemesi, özel kesimin kâr amaçlıyan verimsiz küçük kuruluşlara yönelmesi, kamu kesiminin yeniden örgütlenmesinin başarılammaması sonucu battal ve verimsiz çalışması, siyasal yeğlemeler v.b. gibi nedenlerden ötürü, ham cevher ve mineral endüstrisi ürünleri üretiminde oldukça hızlı artışlar izlenmekle beraber, ulusal gereksemeyi karşılayacak düzeye ulaşamamıştır. Bu yazımızda amacımız son on yılda mineral ve mineral sanayi ürünleri üretiminde gelişmeyi sergilemek, istatistiksel ilişkilere dayanarak dış ticaret oylumundaki yerini saptamak gelecekle ilişkin yorumlar yapmaya çalışmaktır.

Mineral Üretimleri :

Ülkemizde az veya çok oranlarda çeşitli mineraller üretilmektedir. Ancak bunlardan ekonomimizde belirgin yeri olanlar arasında önde gelenler seçilmiş üretim miktarları çizelge (1), (2), (3) de verilmiştir. Mineral üretimleri üç kümede toplanmıştır :

- i. Metal mineralleri üretimi,
- ii. Sanayi mineralleri üretimi,
- iii. Doğal yakıtlar üretimi.

Minerallerin yıllara bağımlı olarak üretim miktarlarındaki değişim oranlarının kolay izlenmesini sağlamak amacıyla 1966 yılı üretimleri 100 kabul edilerek, diğer yıllara ait

göreceli üretim değişimi göstergeleri üretim sayılarının altına yazılmıştır.

i. Metal Mineralleri Üretimi : Çizelge l'de metal mineralleri üretimi izlenebilir. Bu çizelge incelendiğinde metal mineralleri üretiminin çoğunlukla arttığı, mangenez, krom ve arı kurşun üretimlerinin dalgalandığı son yıllarda cıva üretiminin devamlı düştüğü gözlenmektedir.

Bakır ve demir cevheri üretimlerinde devamlı bir artış olmasına karşın, çoğaltım son yıllarda yurt gerekmesini karşılayamadığından, 1972 yılından bu yana artan oranlarda bakır ve demir cevheri dış alımına gidilmiştir. (Çizelge-6). Ülkemizdeki bakır ve demir cevherleri yedekleri uzun yıllar ulusumuzun gereksinmesini karşılayabilecek çapta iken, şimdiden cevher dış alımına gidilme zorunluluğu doğmasını açıklamak güçtür. Özellikle demir cevheri yoğaltım ve çoğaltımında ki açık kaygılandırıcıdır. 3. Demirçelik henüz tam sığayla çalışmadığı önümüzdeki yıllarda 4. Demir-çelik birimininde kurulacağı ve üretime geçeceği gözönünde tutulursa yoğaltım açığının baş döndürücü hızla artabileceğini varsaymak abartılmış bir kestirim olmayacaktır.

Son yıllarda krom fiyatlarının iyi olması nedeniyle küçük işletmelerinde devreye girmesi sonucu kromit üretimi 1955'lerdeki düzeyine yeniden ulaşmıştır. Ancak dış yoğaltıma bağlı olarak bazı dalgalanmalar izlenmektedir ki özellikle küçük üreticiler bakımından önemsenmesi ve iyi değerlendirilmesi gerekir.

Hernekadar arı kurşun üretimi dalgalanma gösteriyorsa da, çinkolu kurşun ve arı çinko üretiminde oldukça düzenli artış gözlenmektedir. Önümüzdeki yıllarda umud verici gelişmeler beklenebilir. Özellikle arındırma kuruluşlarında sığa artımı, kurşun-çinko madenciliğini kamçılacaktır.

Boksit üretimi, alüminyum üretimine geçilmesinden bu yana geniş çapta gelişmiştir. Alüminyum kuruluşları tam sığa ile üretime geçince boksit üretimi daha hızlı artacaktır. Ancak alüminyum kuruluşu ile ilişkin borcun ödenmesine karşılık Sovyetler Birliğine satılan diasporit üretiminin geleceği belirsizdir. Şimdiden gerekli önlemleri almanın, refrak-

ter malzeme olarak kullanılabilme olanaklarını araştırmanın büyük yararları vardır.

Küçük işletmelerce günün koşullarına göre üretim yapılan mangenez madenciliğinde üretim dalgalamaları geniş aralıklar içinde salınmaktadır. Göreceli gösterge 1967'de 175 iken, 1974'de 14'e düşmüş, 1975'te 150'ye çıkmıştır. Bu nedenle bu konuda yorum yapmak olanaksızdır.

Cıva üretimindeki değişimler, madenciliğimizde, piyasa araştırmasında ve fiyat kestiriminde çağdaş yöntemlere ne derecede önem verildiğini yansıtmaları yönünden ilginçtir. Cıva dış yoğaltımının artacağı, erken kestirilemediğinden, cıva üretimini arttıracak yatırımlarda gecikmiştir. Cıvanın çevre kirlenmesindeki etkenliğinin bilimsel olarak saptandığı bir devrede de dış yoğaltımın birden düşebileceği düşünülmendiğinden, geniş yatırımlara girilerek, cıva üretimi arttırılmıştır. Bugün elde geniş cıva stokları vardır. Bu stokların nasıl yoğaltılacağı, cıva işletmeciliğini gelecekte ki gelişiminin nereye yönleneceğini kestirmek için gerekli bilimsel çalışmalara gecikilmeden girilmesi gereklidir.

ii. Sanayi Mineralleri Üretimi : Sanayi mineralleri yıllık üretimleri Çizelge - 2'de izlenebilir.

Sanayi mineralleri içinde en hızlı gelişim, borat mineralleri üretiminde sağlanmıştır. Borun çeşitli endüstri dallarında genişleyen kullanılma olanakları, dış ve önemsizde olsa iç yoğaltımı daha da hızlandıracaktır. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda, daha önceki bir yazımızda belirttiğimiz kestirim olasılık sınırları aralığında borat üretimi artacaktır (ÖZPEKER 1973). Kırka arındırma kuruluşunun devreye girmesi ve boraks ve borik asit sialarının genişletilmesiyle borat ürünleri dış satımından oldukça önemli gelir sağlanabilecektir.

Manyezit madenciliği özellikle son yıllarda büyük atılım yapmıştır. Sinter ve kalsinasyon kuruluşlarının kurulması manyezit üretimini hızlandırmış, dış satım mineral ürünleri arasında ön sıralara yükseltmiştir. Uygulanabilirlikleri incelenen yeni sinter ve kalsinasyon kuruluşları üretime geçince manyezit dışsatım gelirlerinde büyük artış gerçekleştirebilecektir.

Zımpara ve barit üretimlerinde dalgalanmalar izlenmekle beraber belirgin bir artış vardır. 1970'den sonra dışsatım mineral ürünleri arasına girmişlerdir.

1971 yılında hızlı gelişim gösteren kükürt üretimi biraz düştükten sonra durulamıştır. Yedekler artırılmadığı veya başka yörelerde yeni kükürt yatakları bulunmadığı durumda kükürt üretimi büyük olasılıkla bugünkü düzeyini korumaya çalışacak veya düşecektir. Üretim bugün dahi yurt gereksinmesini karşılamaktan uzaktır. Gelecekte artan yoğaltım önemli kükürt dışalımını gerektirecektir.

iii. Doğal Yakıtlar Üretimi : Doğal yakıtlar üretimi Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Doğal yakıtlar enerji üretiminin temel öğeleri olduklarından, üretimde ki değişimler ekonominin hemen her kesiminde belirli oranlarda etkisini gösterirler. Yapılan incelemeler enerji üretimi, dolayısıyla onun en önemli girdisi doğal yakıt üretimiyle G.S.M.H. arasında doğrusal bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Nitekim benzer ilişkinin ülkemizde de geçerli olduğu saptanmıştır. (ÜLTANIR M. 1975). Dr. M. ÜLTANIR bu bağıntıyı 1950-1973 dönemi için;

$$Y_s = 4,330 X - 5701,578$$

Y = Net olmayan ulusal gelir milyon TL.

x = Enerji yoğaltımı 1000 t. eşdeğer taşkömür

eşitliği ile belirtmektedir .Doğal kaynakların enerji üretiminde 1974 yılındaki payı % 70'dir. Bu yönden doğal yakıtlar üretimi artışının ulusal gelişmemizdeki yeri çok önemlidir.

Ülkemizde doğal yakıt üretimi son on yılda düzenli ve oldukça hızlı artmıştır. Ancak üretim ulusal enerji gereksinmesini karşılayacak düzeye ulaşamadığından son yıllarda enerji bunalımı ekonomimizi dar geçitlere sokmuştur. İlerki yıllarda bu bunalımın ortadan kaldırılabilmesi doğal yakıt üretimini çok hızlı arttırmak, termoelektrik santrallerin sayısını çoğaltmakla olasıdır.

Doğal yakıtlar üretiminde göreceli göstergelere baktığımızda taş kömürü üretim artışının düşük oranda gerçekleş-

tiği ve sınır üretim siasına yaklaştığı izlenimini vermektedir. Linyit üretimi ise umud verici bir gelişim göstermekle beraber, Türkiye'nin linyit yedekleri ve enerji kıtlığı gözönüne alındığında gelişmenin yavaş yürüdüğünü belirtmek zorundayız. Petrol üretimi umud kırıcı görünümündedir. 1970 yılında 3,5 milyon tonla doruğuna ulaşan yıllık yurd içi petrol üretimi düzenli olarak 1975'te 3 milyon tona düşmüştür. Buna karşın petrol dışalımını özellikle 1970'ten sonra,- oto sanayinin gelişmesiyle hızlı biçimde artmış 1976'da kabaca 12 milyon tonu bulmuştur. Yeni petrol kaynakları bulunmadığı durumda, petrol dışalımını önümüzdeki yıllarda daha hızlı artabilecek ve dış ticaret dengesini büyük çapta bozacaktır. Asfaltit üretimi büyük gelişme göstermiştir. Ancak çoğunlukla yakacak olarak kullanılması ülke ekonomisi için önemli kayıptır. Asfaltit uranyum, vanadyum, germanyum, molibden, nikel, kobalt, bakır gibi bir çok iz öğeleri içermektedir. Asfaltitin arındırılarak kullanılması halinde, söz konusu elementlerin derişimide olasılaşılabilecektir. Bu konuda gerekli bilimsel çalışmalara girilmeli iz öğelerin derinleştirilmesi ve elde edilmesi için yöntem araştırmasına ve geliştirilmesine çaba gösterilmelidir.

Mineral Endüstrisi Ürünleri Üretimi : Çizelge-4'te minerallerle doğrudan ilgili endüstri ürünleri üretimleri verilmiştir.

Endüstri ürünlerinden en önemlileri demir ve çelik üretimi belirli ölçüde artmış fakat ulusal yoğaltımı karşılamakta uzak kalmıştır. Gerçi çizelgede özel kesim demir-çelik üretimi gözüküyorsa da, görece göstergelerin değişimine pek etkili olamayacağı kanısındayız. İsdemir'in 1977-78 yıllarında verimli ve tam sına ile üretime geçebileceği varsayılsa üretim bir milyon ton daha artabilecektir. Erdemir ve Karabük sına artırımına gitselerde açık kapatılamıyacaktır. Bu nedenle derhal 4. Demir-çelik biriminin kurulmasına gidilmelidir. Demir-çelik endüstrisinin en önemli girdilerinden olan kok üretimi düşmeye başlamıştır. İsdemir üretime tam sına ile girince kok dışalımında hızla yükselecektir. Ülkemizde üretilen çeşitli kömürlerin koklaştırma deneylerini çoğaltarak, kok üretimini arttırmanın yolları aranmalıdır.

İnşaat kesiminin en önemli girdisi çimento üretiminde çok olumlu bir gelişme izlenmektedir. Ancak bu gelişme yoğaltım hızına ayak uyduramazsa çimento dışalımını zorunlaştıracaktır. Nitekim 1976 yılında çimento dışalımına gidilmiştir.

Önümüzde ki yıllarda asit borik, boraks ve perborat üretim sıralarının genişletilmesinin söz konusu olduğunu dış istemin genişleyeceği düşünülürse boraks tuzlarındaki artışın korunması doğaldır.

Blister bakır üretimi, yatırımların zamanında yapılması, kuruluşların öngörülmediği sürelerde üretime katılmaları, kökü siyasal olan aksamalar nedeniyle istenilen düzeye ulaşamamıştır. Ancak son iki yılda bir sıçrama görülmektedir. Gelecek yıllarda bir miktar daha gelişme olacağına ve eğer yeni arındırma kuruluşları devreye sokulmazsa üretimin o düzeyde duraklayacağını sanmaktayız.

Sülfirik asit ve süperfosfor üretimlerinde görülen artış sevindiricidir. Sülfirik asit dışalımını çok azalmıştır, süperfosfat dışalımını yerini bütünüyle ham fosfat cevherine bırakmıştır. Mazıdağ fosfat kuruluşlarının devreye girmesiyle, ham cevher dışalımında çok azalacağı sanılmaktadır.

Alümini ve alüminyum külçe üretimi henüz deneme evresindedir. Enerji yokluğu bu dev kuruluşunun tam sına ile çalışmasını önlemektedir. Enerji sorunu çözülürse büyük gelişmeler sağlanabilir.

Üretim görünümünden çıkan ilginç bir durumda 1975 yılı üretimlerinin linyit, asfaltit, çimento, süperfosfat, külçe alüminyum dışında, 1974 yılına göre düşük gerçekleşmesidir.

Dış Ticaret : Mineral ve mineral endüstrisi ürünleri üretimleri görünümüne ilişkin bilgi edindikten sonra, dış ticaretteki yerlerinin saptanması gerekir. Bu amaçla Çizelge - 5, 6, 7 düzenlenmiştir. Bu çizelgelerde değer ölçüsü olarak dolar alınmıştır. Bunun nedeni TL.sının değer düşümü etkisini elverdiği ölçüde azaltmaktır. Yıllara göre dışalım ve satımların değişim ilişkilerinin kolay kurulmasını sağlamak için göreceli göstergeler çizelgelere eklenmiştir.

Dış satım çizelgesi incelenirse mineral dışsatımında kro-

mit, borat ve manyezit; mineral endüstrisi ürünlerinde ise petrol ürünleri, çimento demir-çelik, demir dışı metaller ilk sıraları almakta büyük yüzdeyi de bu kalemler oluşturmaktadır. 1967-1973 yılları arasında tüm dışsatım gelirlerine artışına karşın, mineral ve mineral endüstrisi toplam dışsatımı artmaktadır. Geleceğe ait bazı kestirimlerde bulunabilmek için bu eğilimin doğrusallığını araştırdık ve sonuçta toplam dışsatımla, toplam mineral dışsatımı arasında aşağıdaki bağıntının varlığını saptadık.

$$Y = 6.3 x + 263 \quad r = 0.99$$

y = Tüm dışsatım milyon \$

x = Toplam mineral dışsatım milyon \$

r = Korelasyon katsayısı

r'nin r = 0 kümesinden gelme olasılığı % 4'ten küçük.

Bu bağıntı, bizi gelecekte toplam dışsatımın artması için mineral ve mineral endüstrisi ürünleri üretiminin artması gerektiği sonucuna götürmektedir.

Dışalım çizelgesine göz atıldığında petrol ürünleri, demir-çelik, demirdışı metaller, fosfat alımının tüm dışalımında önemli bir yüzdeye ulaştıkları kolayca izlenebilir. Özellikle petrol ürünleri dışalımının değeri son yıllarda tüm mineral dışsatımının değerini aşmıştır. Dışalım dışsatımın gelecekteki değişimiyle ilişkin yorumlar yapabilmek için dışsatım saptadığımız bağıntıya benzer bir ilintinin dışalımdaki doğruluğunda aradık ve aşağıdaki eşitliği bulduk.

$$Y = 3.4 x + 249 \quad r = 0.98$$

r'in r=0 dan gelme olasılığı % 5'ten küçük

Y = Tüm dışsatım milyon \$

x = Toplam mineral dışalım milyon \$

Tüm dışalım toplam mineral dışalımını, tüm dışsatım toplam mineral dışsatımını arasında artan yönde doğrusal ilişki bulunduğu göre, dışticaret oylumuyla, mineral ve mineral endüstrisi ürünleri ilişkisi de belirlenmelidirki, kestirim yapılmak istenen yıldaki olası dış ticaret oylumunda mineral ve mineral endüstrisinin dışalım ve dışsatım oranlarının ne bi-

çimde değişebileceği ile ilişkin yorum yapılabilir. Bu amaçla Çizelge - 7 geliştirilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu mineral ve mineral endüstrisi ürünleri değeriyle dış ticaret oylumu arasında aşağıdaki denklem saptanmıştır.

$$x = 0,2275 y - 90 \quad r = 0,99$$

r'in r=0 olma olasılığı % 4'ten küçük

x = Tüm mineral ve mineral endüstrisi ürünleri milyon \$

y = dış ticaret oylumu milyon \$

$x = x_1 + x_2$ ilişkisi bulunduğuna göre x sabit kaldığında x_1 arttırabilirsek x_2 görece azalacaktır, x artarken x_1 daha hızlı gelişirse x_2 görece yine azalacaktır. Ancak son üç yılda petrol ürünleri ve demir çelik ürünlerinin dışalımında çok hızlı artışı durumun tersine döneceğini, x_1 in azalıp x_2 nin görece çoğalacağı izlenimini vermektedir. Geçici sayılara göre Çizelge - 8'de petrol ve demir-çelik ürünlerinin dışsatım değerlerinin son üç yıldaki değişimi verilmiştir.

Çizelge — 8

Milyon f	1974	1975	1976*
Petrol Ürünleri	763	752	509
Demir Çelik Ürünleri	531	750	223
Toplam	1294	1502	732
Tüm Dışalım	3778	4800	2358
%	34	31	31

* tik altı ay.

Tüm dışalımının % 31 - 34'ünü oluşturan bu iki kalem endüstri ürünündeki gelişme Çizelge - 7'de tüm dışalım - dışsatım dengesinin tüm mineral ve mineral endüstrisi ürünleri dengesi ile olan uyumluluğu birlikte değerlendirildiğinde, gerekli önlemler alınmazsa gelecek yıllarda dış ticareti dar boğazlara sokacağını ileri sürmek abartılmış bir varsayım olmayacaktır.

Sonuçlar :

1 — Mineral ve mineral endüstrisi üretimi artmakta fakat dışalım-dışsatım dengesi dışalım yönünde büyümektedir. Bu durum dış ticaret dengesini de ağır biçimde bozmaktadır.

2 — Dış ticaret oylumu ile tüm mineral ve mineral endüstrisi üretimi değeri arasında doğrusal artan bir ilişki vardır. Dış ticaret oylumunu arttırabilmek için söz konusu özyedekler üretimi arttırılmalıdır.

Öneriler :

1 — Mineral ara mallarında ve bilinenlerin yedeklerini geliştirmede çağdaş yöntemler kullanmak, ana para verimini arttırmak için riskli ön harcamadan kaçınmalı.

2 — Yeraltı kaynaklarını arama ve işletmeyle sorumlu kuruluşlarda toplanan bilgi ve verileri değerlendirecek, geniş çaplı bir araştırma kurumu kurmalı.

3 — Yöresel aynı minerali çıkarmakta olan küçük işletmeleri birleşmeye itecek bir yol izlemek.

4 — Kamu kuruluşlarını yeniden örgütlemek, mali ve yönetsel özerklik vermek. Zincirsel büyüme olanağını kamu kuruluşlarına da tanımak.

5 — Demir yollarının taşıma sırası mineral endüstrisinin gereksinimini karşılayacak biçimde hızla geliştirmek.

6 — Bütün teşvik tedbirlerine karşın mineral işletmeciliği ve mineral endüstrisi alanlarında özel kesim yatırımları istenilen düzeye ulaştırılmadığına göre kamu kuruluşlarına tam ağırlık tanımak.

7 — Petrol tüketiminin hızını kesecek, linyit üretimini kamçılacak bölgesel linyit yedeklerine göre saptanacak güçlü termik santraller yapımına gecikmeden gitmek.

8 — Demir-çelik üretimini arttıracak, yurd içi yoğunluğu karşılayacak çapta yatırımlara öncelikle yer vermek.

9 — Yatırımların verimliliğini sağlanabilmek için uygulanabilirliği saptayacak ve pazar araştırması yapacak üst araştırma kurumları kurmak.

Çizelge 1 Metal Mineralleri Üretimi ve Göreceli Gösterge (Alt sıra)

1000 t. Yıllar	Bakır	Cıva	Demir	Kromit	Kurşun Çinkolu	Arı Çinko	Arı Kurşun	Boksit	Mangenez
1966	921	44	1661	707	17	4	5	32	24
	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1967	994	56	1553	632	17	7	2	22	42
	108	127	94	89	100	175	40	69	175
1968	984	76	2223	607	25	20	9	—	25
	107	173	138	86	147	500	180	—	104
1969	922	116	2510	665	29	28	4	2	14
	100	264	151	94	171	700	80	6	58
1970	836	138	2949	773	57	41	2	52	14
	91	314	177	100	335	825	40	163	58
1971	914	177	2421	937	69	26	3	153	14
	99	402	146	133	466	650	60	478	58
1972	1118	251	2005	690	70	23	2	471	15
	121	570	121	98	412	575	40	1472	63
1973	1688	146	2570	569	96	30	4	352	4
	183	332	155	80	529	750	80	1100	17
1974	2424	119	2285	726	100	42	4	665	4
	263	271	138	103	588	850	80	2078	17
1975	2286	94	2238	932	91	30	3	569	36
	248	214	135	132	535	750	60	1778	150

Çizelge 2 Sanayi Mineralleri Üretimi Ye Göreceli Gösterge
(Alt sıra)

1000 t. Yrılar	Barit	Borat	Kükürt	Ars Kükürt	Manezit	Zımpara
1966	19 100	252 100	54 100	23 100	128 100	37 100
1967	35 184	228 114	62 115	25 109	92 72	31 84
1968	22 116	363 144	69 128	24 104	119 93	37 100
1969	33 174	433 172	85 157	26 113	214 167	55 149
1970	30 158	523 208	76 141	28 122	300 234	116 314
1971	29 153	609 242	98 181	24 164	362 283	83 224
1972	66 347	622 247	81 150	21 91	335 262	80 216
1973	90 474	526 209	81 150	18 77	351 274	92 249
1974	49 258	1081 429	81 150	19 83	521 407	151 408
1975	9 47	971 385	64 119	19 83	459 359	71 192

**Çizelge 3 Doğal Yakıtlar Üretimi ve Göreceli Gösterge
(Alt sıra)**

1000 t. Yıllar	Taşkömür	Linyit	PETROL		Toplam	AsfaMt
			Üretilen	Dışalım		
1966	7382 100	6571 100	2041 100	3112 100	5153 100	11 100
1967	7469 101	6650 101	2752 135	3032 97	5784 112	12 109
1968	7506 102	8072 123	3104 152	3413 110	6517 126	26 236
1969	7743 105	8552 130	3623 178	2871 92	6494 126	21 191
1970	7598 103	8773 134	3542 174	3845 124	7387 143	36 327
1971	7846 106	9414 143	3453 169	5429 174	8882 172	23 209
1972	7862 107	10247 156	3338 164	7969 256	11307 219	168 1527
1973	7842 106	10665 162	3511 172	9306 299	12807 249	287 2609
1974	8548 116	11161 170	3304 162	9702 312	13006 252	394 3582
1975	8360 113	11760 179	3096 152	9634 310	12730 247	474 4309

Çizelge 4 Sanayi Ürünleri Üretimi ve Göreceli Gösterge (Alt sıra)

1000 t. Yıllar	Demir	Çelik	Kök	Çimento	Süper Fosfat	Sülfirik Asit	Asit	Borik	Boraks	Bilister	Bakır	Alüminya	Külçe Alüminyum	Art Cıva t
1966	824	843	—	3854	—	—	—	—	—	27	—	—	—	108
1967	100	100	—	100	—	—	—	—	—	100	—	—	—	100
1968	934	997	—	4236	—	—	—	—	—	25	—	—	—	155
1969	101	118	—	110	—	—	—	—	—	93	—	—	—	131
1970	1008	1109	—	4733	—	—	—	—	—	24	—	—	—	161
1971	122	132	—	129	—	—	—	—	—	96	—	—	—	136
1972	1046	1170	—	5795	—	—	—	—	—	19	—	—	—	226
1973	127	139	—	150	—	—	—	—	—	76	—	—	—	192
1974	1156	1312	1536	6372	350	22	—	—	—	19	—	—	—	324
1975	140	157	100	165	100	100	—	—	—	76	—	—	—	275
1976	882	1122	1440	7548	450	31	7	18	18	18	—	—	—	363
1977	107	133	94	196	129	141	100	100	100	72	—	—	—	308
1978	1135	1442	1452	8424	616	34	9	27	27	17	—	—	—	279
1979	138	171	95	219	176	155	129	150	150	68	—	—	—	236
1980	895	1163	1428	8952	480	154	14	32	32	18	—	—	—	301
1981	109	138	93	232	137	700	200	178	178	72	—	—	—	255
1982	1202	1464	1392	8940	440	258	12	32	32	30	—	—	—	305
1983	146	174	91	232	126	1073	171	178	178	111	—	—	—	260
1984	1199	1464	1404	10860	771	233	10	28	28	27	—	—	—	187
1985	146	174	91	282	220	1059	143	156	156	100	—	—	—	150

Çizelge 6 Mineral ve Minerali

T Ü R	1000 t. 1000\$	1967		<i>im</i>		1969	
		Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Bei
Çimento		179	1932	365	4045	271	327
Fosfat		305	13331	409	22052	311	996
Amyant		6	1204	8	1662	10	210
Demir cevheri		—	—	—	—	—	-
Bakır cevheri		—	—	—	—	—	-
Petrol ürünleri		2809	53482	3451	63932	3217	6044
Sülfürik asit		50	1357	50	1287	12	31
Seramik ve cam ürünleri		—	7432	—	6501	—	800
Demir-Çelik ürünleri		311	35855	368	44930	350	360
Demir dışı metaller		29	17098	33	19051	—	193
Diğerleri*		—	1201	—	2150	—	23
Toplam		—	132892	—	165610	—	1335
Göreceli gösterge		—	100	—	125	—	3
Toplam dışalım		—	684669	—	763659	—	747;
Göreceli gösterge		—	100	—	112	—	

(*) Magnezyum, titanyum, tungsten, talk, kuvars, toprak, florit, grafit, elmas

Çizelge 1 Dış Ticaret Oylum« ve Göreceli Artış

Milyon S	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
Dış Ticaret Oylumu	1207	1233	1284	1474	1765	2393	3354
Göreceli Gösterge	100	102	106	122	146	198	278
Tüm Mineral ve Mineral Endüstrisi Ürünleri	173	211	183	240	349	418	685
Göreceli Gösterge	100	122	106	139	202	242	396
Tüm Mineral ve Mineral Endüstrisi Ürünleri	- 93	-120	- 84	-121	-230	-225	-380
Tüm Dışalım							
Tüm Dışsatım Dengesi	-162	-267	-210	-297	-412	-623	-720

KAYNAKLAR:

- KAYNAK Y. 1971 : Maden Sanayiinin Gelişme Perspektifleri
D.P.T. Yayını 994-İPD: 307
- ÖNCAN T. 1970 : Türkiye Demir Çelik Sanayiinde Demir Cevheri Sorunları
MPM Yayını 77 S. 225
- ÖZDOĞAN R. 1970 : Türkiye Demir Cevherleri Kaynakları ve Bu Kaynakların Geliştirilmesi Konusunda Yapılması Gerekli Çalışmalar.
MPM Yayını 77 S. 195
- ÖZPEKER I. 1973 : Borun Kullanımı, Tüketimi ve Ulusal Gelire Katkı Olanığı
Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik III. Kongresi S. 313
- SHEKARCHI E. 1976 : Mineral Industry of Turkey
Minerals Yearbook 1973 p. 885
- ÜLTANIR M. Ö. 1975 : Ekonomik Açından Enerji Sorunu
WEC Türk Milli Komitesi Yayını
Aylık Dış Ticaret İstatistikleri
1967.....1973
Aylık İstatistik Bülteni
1970.....1976
Maden İstatistikleri (1963 — 1970)
Devlet İstatistik Enstitüsü Yayını No : 700

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsı salonu/ankara**

MADENCİLİKTE GELİŞMELER VE
BUMUN GELİŞMEKTE OLAN
ÜLKELER TİCARETİME ETKİLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADENCİLİKTE GELİŞMELER VE BUNUN GELİŞMEKTE OLAN ÜLKELER TİCARETİNE ETKİLERİ

Dr. K. P. WANG (*)

Hemen hemen bütün ülkelerde satacak ve satın alınacak mal vardır, dolayısıyla bir ekonomik aktivite yaratılmaktadır. Madenler ve yakıtlar genellikle ticarete geniş yer tutmakta ve endüstriyel kalkınmada önem arz etmektedir. Bazı ülkelerde değerlendirildiği takdirde zenginlik yaratacak ümit verici doğal kaynaklar bulunabilir. Bazen gözle görülür yeraltı kaynakları yetersizliği olabilir, bu durumda geleceği düşünerek dışarıdan ikmal yapılması tasarruf sağlamaktadır. Dışarıya dönük maden üretimi için yakıt ve donatım dışalımını gerekmektedir. Bu bakımdan maden ticaret olanaklarının dikkatlice incelenmesi bütün milletler için önemlidir.

Bazı az gelişmiş ülkeler geniş, seyrek nüfuslu ve ana endüstriyel pazarlara oldukça uzaktır. Bu durumlarda maden potansiyeli iyi olabilir, fakat bölgesel tüketim sınırlıdır. Diğerleri arazi olarak küçük, ulaşım uygun ve dışarıya için geliştirilebilecek birkaç madene sahiptirler. Maden bakımından fakir bazı ülkeler ortalama nüfus ve büyüyen pazar durumundadırlar. Bununla beraber diğer bazı ülkeler hem kaynak hem pazara sahip olup, endüstriyel olarak gelişmeye hazırdırlar.

(*) Supervisory Physical Scientist, International Data and Analysis, U.S. Bureau of Mines.

Birkaç ülke ise petrol ve gaz bakımından oldukça zengin olup, bunlar dışındaki birçok ülke de gittikçe artan enerji gereksinimi için dışardan aldıkları yakıta önemli meblâğlar ödemektedirler. İnşaat malzemeleri ve metal ürünler için istek gittikçe artmaktadır. Son enerji sorunu ve ekonomik durgunluk hemen bütün milletlerin ekonomilerini olumsuz yönde etkilemiştir. Dünya Bankası raporlarına göre gelişmekte olan 86 ülkenin dış borçları 1974 yılında % 100 artarak yıl sonunda 150 milyar dolara erişmiştir. 1975 yılı için bu miktarın daha da büyüyeceği beklenmektedir. Bununla beraber ekonomik büyüme petrol üretmeyen ülkeler için bile önemli ölçüde yavaşlamamıştır. Aslında birçok gelişmekte olan ülke gelecekteki büyümelerinin temellerini kuvvetlendirmek üzere vergi reformlarını başlatmış, üretimi teşvik amacıyla petrol ve besin maddelerinin iç fiatlarını ve döviz kurlarını ayarlamıştır. Birleşmiş Milletlerde Üçüncü Dünya Ülkeleri, dış yardıma bağımlı kalmak yerine kolektif bir iç güvenlik gerektiği üzerinde durmuşlardır. Son günlerde Uluslararası Kaynaklar Bankası fikri önerilmektedir. AET, gelişmekte olan ülkeleri kendilerinin Üçüncü Dünya Ülkelerine sağladığı «Karışık» tarife sisteminin avantajlarından faydalanmaya zorlamaktadır.

Her şeye rağmen, gelişmekte olan ülkeler ve özellikle hem gelişmiş ve hem de gelişmekte olan ülkelerin geri kalmış bölgeleri, sadece bu bölgelerin daha az incelenip araştırılması nedeniyle, dünyanın gelecekteki maden cevheri arzında gittikçe artan bir oranı sağlayacak durumdadırlar. Fakat, belirli bir zaman ve yerde potansiyel arzının etkisi, pazar isteğine, fiatlara, teslimatçılar arasındaki rekabete ve ikame malların yer almasına bağlı olarak çok değişmektedir. Çevre koşulları hem arz, hem talebe etki eden yeni bir boyut olmaktadır. Aynı zamanda üretici ve tüketici ülkelerdeki kanun ve nizamnameler de, üretim seviyelerine etki etmektedir.

Madenler buldukları yerlerde işlenmelidir. Dünyada, özellikle petrol dahil edildiğinde, sadece bir veya birkaç ürün veya mal üreten, birçok tarım ve maden ekonomileri var-

dır. 10 ülkenin maden dışsatımı toplam dışsatımın % 90 mı geçmekte, 8 inin % 50 nin ve muhtemelen 7 sinin de % 20 nin üzerinde bulunmaktadır. Diğer birçok ülkede de birkaç maden birden dışarıya satılmaktadır. Madenleri; ekonomileri için önemli olmasına karşın, bu madenleri üreten ülkeler dünya pazarlarının insafına kalmışlardır (petrol bunların dışında olup bunlar için durum aksi yöndedir). Bazı oturmuş pazarlarda istek elastik değildir. Bununla beraber dünya maden tüketimi, bunları satmak isteyenlerin yararına olarak düzgün bir şekilde artmaktadır. Araştırma ve inceleme gereksinimi dışında, dünya maden arz ve talebinin dinamik değişimi normaldir. Bu kavramın gözönüne alınmaması; mevcut veya potansiyel bir pazar için kaynakların geliştirilme şansını yok eder, veya aksine, olmayan bir pazar için kaynak geliştirilmesine neden olur. Petrol ve doğal gazın geliştirilme ve pazarlama sorunları; daha riskli, geliştirilmesi için çok zaman isteyen ve satışı daha karmaşık olan madenlerinkinden (ve onların izabe ve işleme tesislerinden) çok farklıdır. Kötü sonuçlardan kaçınmak için özellik gösteren mallar hakkında doğru teknik ve ekonomik bilgi edinilmesi zorunludur.

Aslında, «gelişmekte» olanlar da dahil, tüm ülkeler kendi madencilik işlerini başarıyla yürütmek için, dünya çapındaki üretim ve pazarlama bilgilerine kumanda etmelidir. Kanada ve Avustralya maden kaynakları açısından az gelişmiş bölgelere sahip olması nedeniyle, dünya madencilik araştırmalarında önemli çaba harcamaktadır. Avrupa'nın birçok ülkesi, Japonya ve A.B.D. de bu meyanda çalışmaktadırlar. Büyük maden fazlalıkları olan bütün ülkeler veya özel ithal maddelerine bağımlı olan ülkeler kendi başlarına veya dışarıdan müşavirler yardımıyla araştırma yapmalıdırlar. Maden ekonomisi ve istatistik bilgilerinin kuvvetlendirilmesi doğru yönde atılan bir adım olacaktır.

Pazarlar ve Rakipler Hakkında Bilgilenme :

Daha iyi araştırmalar maden dış ticaretini ilerletecek gerçekçi düzenlemelerle tamamlanmalıdır. Hazır pazarların geleneksel üreticileri vardır ve yeni üreticilerin bu pazarlara

girmeleri zordur. Girişin bir yolu «iç» bağlantılara sahip olmaktır. Bu da genellikle, kendi faaliyet zincirinde yeni pazarlar hedefleyen, veya bir üretici yerine diğerini ikame edebilen yabancı veya uluslararası firmalar tarafından sağlanır. Aracı firmaların da bunda rolü vardır. Ayrıca, hızla büyüyen endüstriyel ekonomisi ile Japonya tarafından örneklenen tamamen yeni pazarlar da vardır. Gerçekten de, Japonya dolaylı veya dolaysız olarak Dünya üzerinde birçok yeni madencilik projelerine önyak olmaktadır.

Pazarlar nerededir ve madenlerin temininde gelişmekte olan ülkelerin rakipleri kimlerdir? Endüstrileşmiş ülkelerin genellikle önde gelen tüketici pazarlar olduğu ortadadır. Bununla beraber, A.B.D. ve S.S.C.B. gibi bazı endüstrileşmiş ülkeler aynı zamanda büyük üreticiler, Japonya ve Batı Almanya gibileri de (üretimleri tahmin edilenin üzerinde olmasına rağmen) büyük tüketiciler olarak bilinmektedir. Kanada ve Avustralya ise maden ambarlarıdır. Çin Halk Cumhuriyeti madenler bakımından büyük bir üretici ve tüketici olmakta, ve Brezilya'da her iki alanda hızla büyümektedir. Ayrıca, bu sıralama içinde arada kalan ve tahminlerin üzerinde mineral üretim ve tüketimi yapan bir çok ülke vardır. Endüstrileşmiş ülkeler; maden yataklarının belirli zamanda tükeneceğini, düşük tenörlü cevherlerin daha yüksek fiatla işletileceğini, cevher zenginleştirmenin kaynakları daha da çoğaltılacağını, ileri teknolojinin kuşanılmıyacak tenördeki malları değerlendireceğini bilerek, üretebildikleri kadar cevheri üretmektedirler. Üstelik elden düşme mallar önemli bir arz kaynağı olabilir, ikame ve alternatif mallar da talep durumunu tamamiyle değiştirebilirler. Rekabet; tüketicilerle arasında sıkı bağlantısı olan kuvvetli bir üretici olmadıkça satışları etkileyebilir. Gelişmiş ülkeler gerekli olanı ithal ederler ve bazen dışarda kendi başlarına yahut yabancı veya mahalli firmalarla ortaklaşa üretim yaparlar. Üretim fazlalarını da satarlar.

Madencilik Girişimlerinin Tesisi :

Rezervlerin yeterliliğinin tahkiki maden işletmesi ve ithalâtına doğru atılacak ilk adımdır. Gelişmekte olan ülke-

lerdeki madencilik kurumları genel jeolojik işler ve ön işletme için fonlar ihdas etmelidirler. Fakat, detay aramalar ve sondaj çalışmaları gelişmekte olan ülkeler hükümetleri için, genellikle karmaşık ve risklere bağımlı olarak da çok pahalı olmaktadır. Dış teknoloji transferinden ve yabancı sermayeden uluslararası kuruluşların yardım programları aracılığıyla veya daha uygunu, yabancı firmalarla işbirliği yapılarak yararlanılabilir. Maden yataklarının çalışan ocaklara, inşa edilen tesislerin cevher işlemelerine dönüşmesinde, yabancı krediler ve yatırımlar çok daha önemli olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki öz sermaye kıtlığı; genellikle kalifiye işgücü, teknik know-how ve pazarlama ilişkileri yetersizliğiyle birlikte bulunur, buna rağmen belirli ülkelerin önemli öz sermayesi ile makul düzeyde teknik ve ticari yeteneği vardır. Merkezden kontrollü ekonomisi olan devletlerin büyük endüstrileri, tabiatıyla devlet tarafından işletilmekte ve serbest pazar ekonomisini haiz çeşitli milletler de millileştirilmiş endüstrilere ve devlet işletmelerine sempatik gelmektedir.

Maden kaynakları üzerindeki egemenlik kavramı kabul edilmekle birlikte, işletmeciyi yatırımını geri kazanma şansından mahrum bırakacak faaliyetler durumunda, yeterli ve iyi bir telafi olanağının doğal bir sonuç olması gerekir. Son yıllardaki eğilimler, gelişmekte olan bölgesel ekonomilerde yabancı firmaların ev sahibi ülkelerle birlikte çalışmayı arzuladıklarını göstermektedir. Bu nedenle bu tür düşünceler; verimli bir yöntemin meydana getirilmesi için işbirliğini ister özel teşebbüsten ister karma özel-devlet üretiminden, ister hükümet tarafından olsun engellememelidir.

Madencilik Faaliyetlerinden Sağlanacak Faydalar :

Kâr yatırımcınının esas amacıdır. Bunun yanında, döviz kazanılması, millî ekonominin diğer sahalarına getirilen yararlar ve yerli halk için iş ve gelir temini gibi başka kazançlar da vardır. Ulaşılabilecek bir bölgede yüksek tenörlü veya çok büyük eşsiz bir maden yatağına sahip herhangi bir ülke, bununla kârlı bir işe girişirken çok güçlük çekmez.

Fakat dikkatli olarak incelenmeyen bir yatak, sadece bir maden potansiyeli olabilir. Bugünlerde büyük bir düşük tenörlü yatak, küçük bir yüksek tenörlü yataktan daha caziptir. Ek nakliye masrafları, düşük birim - değerli bir madeni batırabilir ve çetin güvenlik koşulları da herhangi bir madencilik girişimini baltalayabilir. Pazarlama da, ticari ilişkilerin istikrarsız veya ürün tiplerinin ve kalitelerinin yetersiz olması durumunda bir darboğaz olabilir. Değişken yüksek fiyatlar, uzun dönemde orta derecede fakat düzgün seyreden fiyatlar kadar kârlı olmayabilir. Madencilik genel hükümet tutumuna bağlı olup, yatırım için gerekli kapital, idari kontrol ve ticari avantajlar üzerine etki etmektedir. İhracatçıları «aşırı vergilendirmemeye» özel dikkât gösterilmelidir. Zira bunlar işi bitirmeyi, işe devam etmekten daha az masraflı bulabilirler. Karmaşık ticari yönetmelikler kâr etmeyi olanaksız hale getirebilirler. Enerji durumu, geleneksel maliyet kavramlarını, özellikle yakıt harcamaları ve donatım giderleri yönünden kökten değiştirmiştir.

Fiatlar ve Karteller :

Maden ve metallerdeki düzensiz fiyat değişimleri esas olarak arz ve talep tarafından, son yıllarda da yakıt masraflarından etkilenmektedir. Bir iki durumda da, bazı ülkelerin tek taraflı hareketiyle fiyatlar aniden yükselmiştir. Örneğin bu fiyatları koruyamayan Fas'ın fosfat kayasındaki; Jamaika'nın da boksit'teki durumu böyledir. 1963 de Tungsten fiyatları, batı pazarlarında görülen ve merkezi kumandalı ekonomilerden kaynaklanan arz fazlası nedeniyle, anormal derecede düşmüştür. Bunun sonucu olarak Birleşmiş Milletler Tungsten Komitesi ve son yıllarda da Birincil Tungsten Üreticileri Kurumu kurulmuştur. Dünyada sadece 3 büyük üretici olmasına rağmen dünya Antimuan talebinin fiyatlar üzerinde önemli etkisi vardır. Petrolden başka hiçbir mineral «kartel»i veya üretici/dışalımcı kurum, fiyatların tesbitinde çok başarılı olamamıştır. Örneğin, CIPEC (bakır) ve Uluslararası Boksit Derneği kurucuları tarafmdan ümit edilen derecede arzı ve fiyatları etkileyememişlerdir; bunun nedeni birinci halde CIPEC üyesi olmayanların yaptığı ba-

kır üretiminden, ikinci halde de üyelik durumunun noksan oluşundan kaynaklanmaktadır. Son zamanlarda kurulmuş bulunan Demir Cevheri İhracatçıları Birliği sadece bilgi alışverişi ile sınırlı kalmıştır. Hem üretici hem tüketicileri içeren Uluslararası Kalay Konseyi gibi örgütler fiyatları ayarlama da daha etkili olmuşlardır. Uluslararası Çinko - Kurşun Araştırma Grubu ise, üretici ve tüketicilere faydalı olacak özel araştırmalar ve çinko - kurşun istatistikleri için bir dünya forumu tertiplemiştir.

Birçok metallerde elden düşme mallar, ikame mallar, alternatif arz, stoklar ve teknoloji ile kullanımdaki değişiklikler gibi faktörler »Birincil Arzın Kısmî Kontrolü» için yenilmesi gereken bir güçtür. Aynı zamanda merkezden kontrollü ekonomiye sahip olan ve genellikle bu derneklere üye olmayan ülkeler dünya arzında önemli paylara sahiptir. Bu nedenle - üretici ülkeler istisna olarak buhranlı zamanlarda işi yürütmek için müşterilerle uzun süreli bağlantılar yapmak ve dünya pazarlarını daha iyi anlama çaresi çok kısıtlanabilir. Bakır fiyatları ve arama - yatırım faaliyetleri, geçiş noktalarının hiçbir zaman belirgin olmamasına rağmen, periyodik olarak ilerlerler, CIPEC (bu durumda) etkili olamamaktadır. Dünyanın ekonomik koşulları demir cevheri fiyatlarını diğerlerinden daha fazla etkilemektedir. Borat fiyatlarında, özel camlar ve tecrit yününe olan talep tarafından etkilenmektedir.

Şartnameler ve Üretimi Safhası :

Şartnameler ve teknoloji sadece işletme için değil, pazarlama için de esastır. Cevherin asıl tabiatı değiştirilemez, fakat en uygun zenginleştirme yöntemiyle pazarın ve izabecilerin istedikleri koşullar karşılanır. Hangi derecede olursa olsun cevher tenorunu yükseltmek ve onu satılabilir ürün haline getirebilmek için, özel donatım ve büyük yatırımlar gerekir. Özellikle metalik olmayan cevherler şartnameli talep edilirler.

Teknolojideki dinamik değişimler, yatağın araştırılmasından, işletmesi, zenginleştirilmesi, izabesi, rafinesi, ve

son olarak da nihaî kullanım ve ikamesine kadar madencilik girişiminin her safhasına etki eder. Teknoloji şartname ve ihtiyaçların bilinmesi kârlı ve kârsız bir iş arasındaki farkın bilinmesi demektir.

İşleme safhası madenlerin pazarlanabilmesine etki eder. Hattâ bu, petrol, kömür ve bunların türevleri için de doğrudur. Her türdeki ham madde sadece onu işleyebilecek olan rafineriye verilmelidir ve petrol ürünlerinin şartnameleri ülkeden ülkeye değişmektedir. Kömürün zenginleştirilmesi standart bir işlemdir fakat kömüre giderek daha fazla harmanlanarak şekil verilmektedir. Metal olmayanlar ise ya ham olarak ya tenörü yükseltilerek, veya işlemeye tabi tutularak toz, kalıp veya lif halde veyahut da asit, tuz veya gübre gibi kimyasal madde halinde satılır. Metaller için sorun, konsantre mi, metalurjik veya kimyasal ürünü, yoksa işlenmiş ürün olarak mı satılmasıdır. Çok karmaşık olan bu konu metalin tabiatına ve çeşitli ürünlerini pazarlamasına bağlıdır. Tabiatıyla her bir çeşit ürün ek yatırım, risk ve buna bağlı özelliklerle ilgilidir.

İzabe Tesislerinin Yeri :

Gelişmekte olan ülkeler ve az gelişmiş bölgeler uzun zamandan beri pazarlar yakınındaki izabe tesislerine cevher ve konsantre göndermektedirler. Fakat son yıllarda gelişmiş milletlerin eğilimi, iyi yatırım iklimi ve politik bakımdan istikrarlı hammadde kaynaklarına yakın izabe tesisleri kurulması yönündedir. Gelişmekte olan ülkeler genellikle kendi yörelerinde endüstriyel tesislerin kurulmasını olumlu karşılamakta ve gelişmiş ülkeler de daha çok çevresel kısıtlamalarla karşılaşmaktadırlar.

İzabe tesislerinin kurulması ile ekonomik hareket yaratılmakta ve modern izabehaneler daha az çevreyi kirletmektedir. Genellikle gelişmekte olan ülkeler daha iyi bir tesis yeri tesbit etmektedir. Randımanlı bir izabe tesisi minimum ölçekten daha büyük inşa edilmelidir, bu da bu tesislerin bölgesel ekonomisinin kaldıracağı yükün üzerinde olması demektir. Böylece ihracat gerekli olur. Özellikle

Asya'da bazı gelişmekte olan ülkelerin metal tüketimi gittikçe artmakta ve tesisin tamamen kurulduğu zaman veya kuruluşundan hemen sonra ek üretimi alabilmektedir.

Bir de imalatın yapılacağı yer sorunu var. Bazı durumlarda gelişmiş ülkeler prosesin herhangi bir kademesinde metalleri satın almaktan memnundur, bazılarında ise çok uluslu şirketler ara ürünleri daha ileri işlemler veya satış için, bir başka yere gönderirler. Gelişmiş ülkelerdeki birçok izabe tesisi eski modeldir; ve gelişmekte olan ülkelerde bunların yerine kurulmakta olan yeni tesisler malların geleneksel akış şeklini değiştirecektir.

Nakliyatla İlgili Görüşler :

Ürünün pazara teslim edilmesi sorunu onun birim değeri ile çok değişmektedir. Kalay ve tungsten gibi bazı değerli metaller uçakla bile nakledilebilmektedir. Buna karşılık demir cevheri gibi düşük birim değerli madenlerin işletilmesi demiryolu ve denizyolu ile, kum ve çakıl ise kamyon ve karayolu ile kontrol edilir. İyi kaliteli kömür gittikçe pahalılaşmaktadır. Bakırda, nakliye giderleri, metal fiyatı yanında (1 metrik ton bakır fiyatı 1300 dolardır) çok düşüktür, buna mukabil % 25 tenörlü bir konsantre normal olarak nakledildiğinde, fiyatla kıyaslanıldığı zaman nakliye gideri yüksek olmaktadır. Metalik olmayan madenlerin çoğunluğunda (ton basma fiyatları 40 \$ ile 90 \$ arasındadır) navlun giderleri ticaret yönünden can alıcı olmaktadır. Bu bakımdan nakliye giderleri, madenler ve taşıma biçimleri ile gidiş hızına bağımlı olarak değişir. Eğer maden işletmesi mevcut demiryolu veya karayolu yakınında ise yerel ulaşım sorunu, (çok engebeli bir topografya yoksa) genellikle yeni ulaşım yollarının inşasıyla çözülebilir. Maden yatağını boşaltmak için bir demiryolu inşasının yapılabilirliği, bu kaynakların uzaklığı, büyüklüğü ve teslimat sözleşmelerinin uzun dönemli olmasına bağımlıdır. Japonlar, Avustralya ve diğer yerlerdeki madenler için demiryollarının inşasına katkıda bulunmuşlardır. Aynı zamanda çeşitli ülkelerde liman inşası veya tevsiine de yardım etmişlerdir. Gemilere ve yönetimine

sahip olmak da, nakliyeye dolayısıyla maden ticaretine etki eden çok önemli bir etkidir. Bu da okyanus aşırı gemiler - cevher gemileri, tankerler, çok amaçlı gemiler ve navlun ücretleri ile ilgili sorunları büyütmektedir. Tekne hacimleri giderek büyümektedir ve enerji krizinden bu yana dünya deniz taşımacılığında bir kapasite fazlalığı vardır. Maden taşıttırıcıların yararına, bu günlerde navlun ücretleri oldukça düşüktür.

İthalât ve Gümrük Memelerinin Giderleri :

Gümrük tarifelerini dünya ölçeğinde indirmeye çabalayan GATT * görüşmeleri, madenler ve metaller de dahil olmak üzere bir çok malları etkileyen karmaşık ve değişken bir konudur. Endüstrileşmiş ülkelerin çoğu belli zamanda tedricen azaltılacak veya tamamen kaldırılacak makul ölçüde kanunî gümrük tarifelerine sahiptir. İthalâtçı ülkelere yapılacak tercihli uygulamalar değişebilir. Birleşik Devletlerde bazı ülkelerdeki gümrük vergilerini yarıya indiren «En Tercihli Ulus» provizyonu vardır. AET de Üçüncü Dünyaya veya gelişmekte olan ülkelere özel öncelikler sağlanmaktadır. Birçok gelişmiş ülke ithalini istediği mala çok az veya hiç vergi koymamakta ve korumak istedikleri mallara da (örneğin yerli izabecileri korumak için) çeşitli düzeylerde gümrük koymaktadırlar. Japonya cevherler ve konsantrelere hemen hemen hiç, metallerde de çok az gümrük koymaktadır. Batı Dünyası ve Birleşik Devletler de bu şekli uygulamaktadır.

ABD deki gümrük tarifeleri örnekleri, aynı madenden elde edilen çeşitli ürünlerin karışıklığını açıklamaya yeterlidir. Cevherden elde edilen bakır ve işlenmemiş bakırdan alınan kanunî gümrük libre başına 4 Amerikan sentidir, gerçek vergi ise sadece 0,8 senttir. Kalay gümrüksüzdür; Titanyumda ise işlenmemiş metal değeri üzerinden % 18 oranındadır. Cevherden elde edilen tungsten için lb başına 25 sent, ferrotungsten için ise 21 sent ve ek olarak metal değeri üzer-

(*) GATT (Genel Ticaret ve Gümrük Anlaşması).

rinden 26 sent'tir. Kromitte vergi yoktur ve düşük karbonlu ferrokromdan metal değerinin % 4'ü üzerinden gümrük alınmaktadır. Bor ürünlerinden kolemanit ve sodyum borat vergisiz olup, borik asitte lb. başına 0,4 cent alınmaktadır. Fluorda, hidroflorikasit vergisiz, asit tenörü floritte ton başına 2,10 \$ ve metallurjik floritte 8,40 \$/ton vergi vardır.

Çok Uluslu Şirketler :

Çok Uluslu Maden Őirketlerinin (MŐ) dünya madenciliklerinin gelişim ve ticareti üzerinde çok büyük nüfuzu vardır. Krl yatırımlar için harcanacak büyük sermayelere sahiptirler. Para yatırımında ve teknisyenleri en iyi şartlardaki bölgelere göndermede global esneklikleri vardır. Her aŐamadaki maden ürünlerini özel pazarlara sevkedecek geniş pazarlama ilişkilerini korumaktadırlar. En uygun işleme safhalarını tavsiye edebilecek sağlam gerekçeleri ve uzmanlığı vardır. Kr etmek ve kaynaklara sahip olan konak ülkenin * genel refahını temin etmek için çalışmalıdır.

Çok uluslu maden Şirketi bütün ülke sınırları ötesinde tesisler kurarak ve ürünleri pazarlıyarak faaliyette bulunur. Birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerle ilişkileri kurma yollarını bilir. Hatt merkezden idare edilen ekonomiye sahip uluslara dahi el atmış bulunmaktadırlar. Gelişmekte olan ülkelerin haklarını, ihtiyaçlarını ve isteklerini tamamen anlıyarak yerel ekonomilere yardım etmiş ve sık sık burarlarda devam eden faaliyetler için tekrar yatırım yapmışlardır. okuluslu Maden Őirketleri; tek bir büyük ülke sınırları içindeymiŐ gibi ekonomik bakımdan en avantajlı yerlere para ve ürünleri aktararak, dünya madencilik işlerinin uluslararası niteliğini bariz biçimde ortaya koymaktadır.

Hkmetin Bol :

Çok uluslu maden Őirketlerini dengelemek ve mineral ekonomisine hasar verecek faaliyetlerini kısıtlamak için birçok ülkede yerli hükümetin rolüne önem verilmiştir. Maden

(*) «Konak lke» yabancı sermayeye ağrı çıkaran ülkeler için kullanılan bir terimdir. (.N.)

retiminin ve ticaretinin dikkatle takibedilmesi genellikle avantajlıdır, fakat yeterli bilgiler olmadan alman sert tedbirler, daha işin başında, girişimi tehlikeye sokmaktadır. Dış yardım olanaklı olabilir ve yabancı müşavirler her zaman için bir ücret karşılığında tutulabilir. Sağlam maden politikası ve devlet kuruluşları ile üretim yapma arasında büyük bir fark olabilir. Devlet, her zaman için, paranın ve bilginin çoğunu temin eden yabancı firmalar ve yatırımcılarla birlikte, bir konsorsiyuma ortak olabilir. Başarılı bir madencilik girişiminin özel, karma veya devlet ortak yönü etkili bir yönetimdir, ve bu yeteneğin olup olmadığını değerlendirmek için itina gösterilmelidir. Gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri için gerekli bir husus da, yabancıların ilgilendiği sözleşme görüşmelerinin yapılması konusudur. Birçok konsorsiyum ve uzun dönemli sözleşmeler için, bu işlem her iki taraf da gerçekçi olmadığı sürece, sıkıcı ve belirsiz olmaktadır.

lkeler içindeki kaynakları geliştirme olanakları, yerli madencilik Őirketlerinin olanak ve yasamalarının sağlanması ve zor dönemlerde onlara yardım edilmesi, bilgi ve sermaye getiren yabancıların potansiyel rolü, yeterli alt yapı kurma sorumluluğu, madenlerin milli ekonomiye yapabileceği büyük etki ve gayrisafi millî hasılaya sadece sağlıklı çalışan kuruluşların katkıda bulunabileceği fikri, makul hükümet politikaları taarfmdan takdir edilmiştir. Maden potansiyeline sahip gelişmekte olan bütün ülkeler, kaynakları araştıracak ve madencilik girişimlerini ve ticaretini geliştirecek bazı bilgili elemanlara sahip olmalıdır. Aslında, bu bilgi madenleri tüketen ülkeler ve pazarları da kavrayacak biçimde genişletilmelidir.

Sonuç ve **neriler** :

zet olarak temeli madenlere dayalı bir ekonomi, bir ülkenin gelişmesi ve endüstrileşmesi için önemlidir. Bu bakış noktasında, bireysel üreticiler, gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri ve uluslararası araştırmacılar madencilikteki bilgi akışı ve analizleri ile dünyadaki maden endüstrisinin dina-

mik tabiatının önemini kavramışlardır. Bu tecrübeye erişmek üzere, maden ekonomisinin gereksinmelerini karşılayacak bir maden araştırma grubu kurulmalıdır.

Genel olarak, böyle bir grup şu işlevleri görür : a) Özel maden endüstrilerinin özellik ve sorunlarını araştırmak; b) şartnamelerin ürün kalitelerinin ve proses düzeylerinin anlaşılmasını sağlamak; c) dünya pazarlarını, rakipleri, elden düşme malları, stokları ve ikame malları takibetmek; d) değişen teknolojinin madencilik girişimlerinin tüm düzeylerindeki etkileri ile ilgilenmek; ve e) ithal ve ihraç edilen madenlerin kullanım alanlarını araştırmak.

İncelenmesi gereken birbirleriyle ilişkili ekonomik işlevler ise şöyle sıralanabilir : a) Satıcı veya alıcı pazarları ile fiatların gidişatını öğrenmek; b) maden ithalinin avantajlı olması halinde, en az masrafla uygun malların satılınması için yerli pazarların ve yabancı kaynakların araştırılması; c) dışarıya ülkelerin gümrük tarifelerinin sadece maden ve üretim şekli ile değil, aynı zamanda bireysel ülkelere göre değişiminin de saptanması; d) nakliye giderlerinin maden ticaretinde esas olduğu ve bunun ürün çeşidi, nakliye ve cari navlunlara bağlı olarak değiştiğinin gözönüne alınması; e) gelişmekte olan ülkeler hükümetlerinin, kendi madenci kuruluşlarını geliştirmede yabancılarla işbirliği için, uygun koşullar sağlamayı faydalı bulmalarına dikkât edilmesi.

Bu durumda, bir madencilik girişiminin yalnızca yerli olanaklarla başarılı olarak yürütülüp yürütülemediğinin veya bu faaliyetlere devletin ne ölçüde katılacağına tâyininde yarar vardır. Özel veya devlet kuruluşlarının katılım oranı hükümetlerin tercihindedir, fakat bu da dış yardım gereksinmesine etki eder.

Bir madencilik girişimi ekonomik bakımdan uygun görüldüğünde, a) kârı garantileyecek şekilde yerli ve yabancı pazarlarda ürünlerin satılması için özgül maden potansiyelinin incelenmesi; b) uluslararası madencilik örgütlerinin üretimi nasıl arttırdığının ve mineral ticaretini nasıl kolaylaştırdığının incelenmesi; c) pazarlama sorunları ve uluslar-

arası ilişkilerden kesinlikle haberdar olunması; d) kartellerin, üretici ve tüketici örgütlerin ve uluslararası ticari grupların nasıl çalıştıklarının genel olarak anlaşılması gerekir.

Birçok durumda dış malî ve teknik yardım gerekli veya uygundur. Üretici veya konak hükümete şunlar tavsiye edilebilir : a) gerektiğinde dış malî ve teknik yardım elde etmek üzere en uygun yolu tesbit etmek; b) yabancı yatırımcılar, çok uluslu şirketler ve konsorsiyum halindeki şirketler hakkında bilgi edinmek; c) dış yardımın daima bir ücret karşılığında mukavele ile elde edileceğini kabul etmek; d) gelecekteki teslimat için avans, madencilik tesisleri inşası ve nakliye kolaylıkları gibi dolaylı veya dolaysız dış yardım yollarını öğrenmek; e) yabancı yatırımcılarla yapılan mukavele görüşmelerinde takip edilen yolları ve incelikleri öğrenmek.

Buna karşılık yatırımcılar, hükümetin özel sektöre karşı tavrını ve hükümetin yardım olanaklarını tesbit etmeli; mevcut kanun ve nizamnamelerin - donatım ve yakıt ithali dahil - işletme ve ticarete mani olmadığını araştırmalı ve hükümetin yabancılarla işbirliğine karşı tavrını değerlendirmelidirler.

Sonuç olarak, Uluslararası madencilik sektörünün işleyişi ve yolları hakkında bilgi sahibi olan konak ülke hükümetleri içerisinde oluşmuş açık bir madencilik politikası, madencilik üretim ve ticaretini teşvik edecek ve geliştirecektir.

TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977.dsi salonu/ankara

MADEN REZERVLERİ
EVİRİMİNİN OPTİMİZASYONU
İLE İLGİLİ YÖNTEMLER
VE GÖRÜŞLER

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADEN REZERVLERİ EVRİMİNİN OPTİMİZASYONU İLE İLGİLİ YÖNTEMLER VE GÖRÜŞLER

Dr. Müh. P. VLM>, Matematikçi D. ZORILESCU

Modern üretim araçlarının gelişmesi ve çağdaş teknik - bilimsel devrim, yararlı yeni mineral birikimleri bulmak üzere, jeolojide ve madencilikte olduğu kadar, işletme ve değerlendirme teknolojisinde de önemli değişikliklerin yapılmasını gerektirmiştir.

Bir yatağın metalik potansiyelinin ulusal ekonomi yararına devreye girebilmesi, laboratuvarında ve arazide yapılacak karmaşık jeolojik araştırmaları ve değerlendirmeleri gerektirir; bu çalışmalar da çok büyük harcamalarla gerçekleşir. Bunun için de büyük sorunun ivedilikle, çözülmesi zorunludur ve özellikle :

— Jeolojik numune alınacak ve araştırma ile inceleme yapılacak en uygun, en rasyonel alanların ve adacıkların saptanması; böylece en az masrafla, gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın bir jeolojik bilgi sağlanması,

— Arama evresinde yapılan ve kaçınılması olanaksız tahmin yanlışları ile birlikte, cevher ve metal rezervlerinin tahmini ve dolayısıyla yapılan tahminlerin belirginliği ve kesinliğinin saptanması,

— Teknolojik parametreleri ve ekonomik konjonktürü gözönünde bulunduracak, yatağın ekonomik potansiyelinin değerlendirilmesi,

— Program ve fiili üretim miktarlarının optimize edilmesi, bu zorunlukların başında yer almaktadır.

Bu incelemenin amacı, Romanya'nın birkaç maden yatağına uygulanan çeşitli çalışma yöntem ve ilkelerini göstermektedir.

Sorunun karmaşıklığı açık biçimde göz önünde olduğu için, bu yöntemler hakkında fazla ayrıntılı bilgi verecek durumda değiliz. Söz konusu yöntemlerin ayrıntıları ve uygulamalarından sağlanan pratik sonuçlar ise, bu raporun bibliyografya'sında gösterilmiş olan bilimsel dergilerde yayınlanmıştır.

1 — Numune Alınacak ve İnceleme Arama Yapılacak Olan Rasyonel Avcılık Saptanması :

Numune alınacak ve inceleme arama yapılacak olan rasyonel avcılık iki gereksinime cevap vermelidir :

— Hoş görülebilir bir hata sınırı içinde kalan gerekli bilgiyi sağlayacak,

— Ekonomik olacaktır.

Aramalarımızda iki yöntem grubundan yararlanılmıştır. Birinci grubun amacı hem ortalama parametreleri (ortalama tenörler veya kalınlıklar) sabit tutmak' hem de bilgi entropisi yardımıyla 'belirlenen bilgi miktarını saptamaktadır. İkinci yöntem grubu, bazı mineralize zonların bulunması olasılıklarının saptanmasına dayanmaktadır; bu zonların inceleme araştırma adacıları belirli ve eşit mesafelerle saptanmıştır. Bu olasılıkların saptanması, 1777 den beri bilinen ve bir geometrik olasılık problemi haline gelen, Buffon iğnesi isimli problemin genişletilmesinden ibarettir. Eşit aralıkları K olmak üzere numune alınan bir arama adacığının X parametresiyle (tenör ya da kalınlık) araştırmalar yaptığımızı varsayalım. Eşit aralık K ne kadar küçük ise, ortalama değer X de o kadar gerçek ortalama değere yakındır. Başlangıç adacığında, 2K, 3K... nK eşit aralıklar için bir aralıklar serisi yapılırsa hesaba alınan parametrenin bir seri ortalama değerleri olan X_1, X_2, \dots, X_n elde edilecektir. Bundan başka, el-

de edilen adacıklara tekabül eden verilerin katlarının S_1, S_2, \dots, S_n dağılımları da hesaplanabilir.

Dağılım analizinin (4,9) şu varsayımı doğrulayabilen testleri vardır : $X_1 \ll X_2$ ve $S^1 \ll S_2^2$.

Farklar önemsiz ise, K ve $2K$ eşit aralıklarının adacıkları aynı gerçek parametrelerin tahminini gösterirler ve bu nedenle her iki adacık eşdeğerdir (eşit aralık K ile araştırma yapmak gerekmez). Diğer eşit aralıklar olan $3K, 4K, \dots$ için analize devam edilir ve seçilen kriter bakımından, başlangıç adacığının eşdeğeri olan son adacık saptanır. Bu eşit aralık optimum eşit aralık olacak ve bir optimalite kriteri oluşturacaktır, çünkü yatak niteliğini sabit tutan bütün adacıklar arasında, hoşgörülebilir hata sınırı içinde, en ekonomik olanı budur.

Bilgi miktarının saklanma yöntemi bilgi entropisinin hesaplanmasından ibarettir; bunu, $K, 2K, 3K, \dots, nK$ eşit aralıklarının adacıkları ile elde edilen her veri topluluğu için Shannon (6) tanımlamıştır.

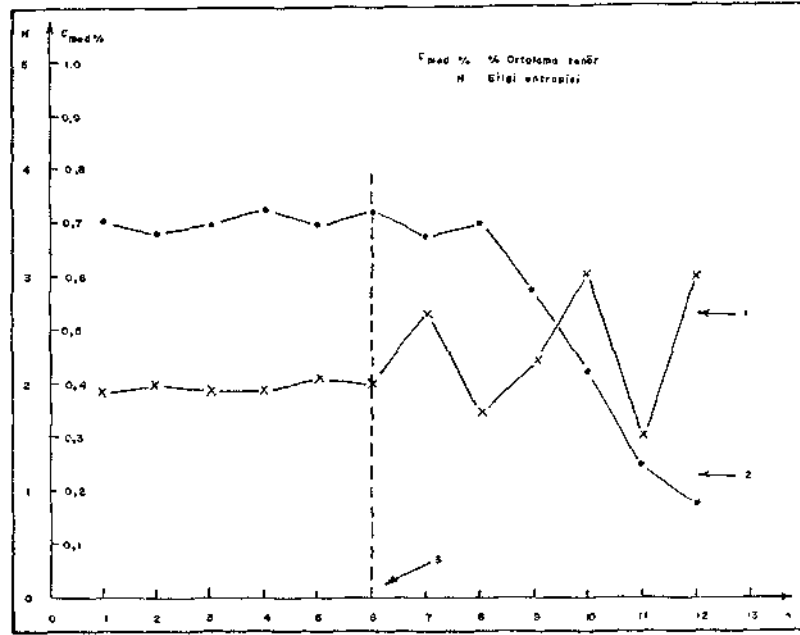
$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

Buradaki P_i değer olasılıklarını, ya da parametre X (tenor ya da kalınlık) değerlerinin sınıf olasılıklarını temsil eder.

Bu olasılıklar, belirli bir eşit aralığı olan bir adacık için, parametre X değerlerinin rölatif dağılıma frekansını hesaba katarak değerlendirilmiştir.

Optimum adacık olarak; bilgi entropisi, bundan önceki adacıkların entropisine hissedilir derecede eşit olan adacık seçilecektir.

Optimum adacıkların seçiminde her iki yöntemde de (sabit ortalamalar yöntemi ile bilgi entropisi yöntemi) yararlanılması tavsiye olunur. Ortalama tenörü ve bilgi entropisini sabit olarak tutan adacık seçilecektir (Şekil 1).



SEKIL : 1- Ortalama tenörün y⁰ bilgi entropisinin , eşit aralık ve araştırma cdacifimin fontcmyonu otarak dsğiştirir
 1- Ortalama tenör eğrisi
 2- Bilgi entropisi eğrisi
 3-Optimum oşt aralık

2 — Jeostatik ve Simplasyon Yöntemleriyle Cevher ve Metal Rezervlerinin Tahmini :

Gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın üretim kapasitesini ve fiili işletme programlarını saptamak gerekliliği; rezervlerin tahmini için, yatakların özelliğini olduğu kadar istikşaf adacığının geometrisini de hesaba katan yöntemlerin uygulanmasını zorunlu kılar.

Tahmin yaparken kaçınılmaz hataların da bilinmesi gerekir. Bu hatalar hem çalışılan geometrik hacminin hem de mineralize yüzey ve hacimlerin aranmasıyla elde edilen bilgilerin ekstrapolasyonundan (aşın değer) ileri gelir.

Bu amaçla, özellikle G. Matheron'un (3) yayınlarından iyi bilinen jeostatik yöntemler, dünya çapında, 'zorunlu olarak uygulanmaktadır. Biz de, rezervlerin tahmininde, jeostatik yöntemleri kullandık. Günümüzde, bu yöntemin uygulanması genelleştirilerek dikkate değer sonuçlar sağlanmıştır. Tümü bakımından, bir yatağın ya da bir mineralize zonanın, yerel tahmini (jeolojik- pano ya da işletme panosu) kadar global tahmini de gözönünde bulundurulur. Jeostatik yöntemler iyi bilindiğinden, burada sadece elde edilen pratik sonuçlar hakkında birkaç düşüncemizi sunmakla yetineceğiz.

Tahminlerin çeşitli fiziksel ve kimyasal değişiklik faktörlerini saptadıktan sonra, mutlak hata, rölatif hata, presizyon derecesi hesaplanır; bu dia, ortalamayı (rölatif hatanın farkı % 100'e Kadar) gerçekleştirmek için minimum oran olarak saptanmıştır, çünkü emniyet aralığı, büyük bir olasılıkla (% 95), gerçek ortalamayı içine alır.

Her pano, seviye ya da maden yatağı için elde edilen presizyon dereceleri, istikşaf aramalan kadar, parametrelerin (tenor ve kalınlık) değişikliklerine de bağımlıdır. Böylece, inceden inceye istikşaf edilen panolardaki parametrelerin büyük değişikliği nedeniyle, zayıf presizyonlar arzedilebilir, ya da bunun tam terside görülebilir. Bu nedenle, rezervlerin kategoriler halinde sınıflandırılabilmesi için, kabul edilebilir presizyon dereceleri de hesaba katılacaktır.

Sağlanan pratik sonuçların analizi; aramaların uygulandığı adacığın ,önemli sayıda pano için yetersiz olduğunu gösterir; şu anlamda ki % 50 den düşük presizyon dereceleri elde edilir. İstikşafalara devam edilip edilmeyeceğini, ya da bu olayları bir alt kategoriye geçirmek gerekip gerekmediğini kararlaştırmak üzere, bu olaylar ayrı ayrı analiz edilecektir. Bir hesap birim (pano) ile ya da birçok panodan oluşan bir seviye, zon ya da yatak ile ilgilendiğimiz zaman, genellikle daha da büyük yanlışlıklarla karşılaşabiliriz. Bu anlamda

yerel tahmin (pano) global tahminden ayırd edilir. Fiili üretim programlanması yapılırken, ya da yeni üretim kapasiteleri aranırken, bu iki görüşü göz önünde bulundurmak gerekir.

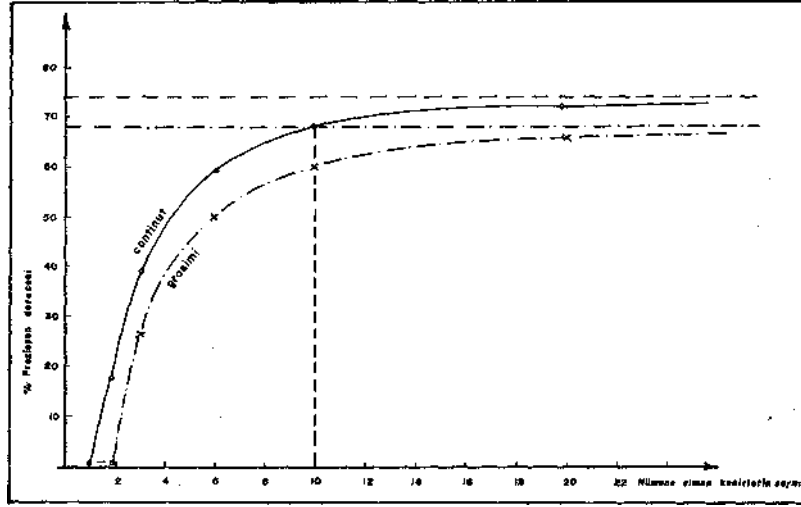
Belirli bir istikşaf adacığı global tahmini için, oldukça yüksek bir prezisyon derecesi sağlayabilir (bu da genellikle meydana gelir). Örneğın, rezervın tümü için % 90 dan yüksek prezisyon dereceleri sağlayan pratik olaylar olmuş- oysaki bu rezervde % 50 den düşük prezisyon dereceleri veren panolar da görülmüştür.

Belirli istikşaf derecesini de katarak, prezisyon derecesinin değışirliğinin incelenmesiyle, örneğın istikşaflarla ya da numunelerin enine kesitleriyle, istikşaf çalışmalarının yönetilmesi konusunda yararlı bilgi sağlanabilir. Böyle bir inceleme ayrı ayrı her pano için de yapılabilir.

Önceleri numunelerin sürekli olarak mineralizasyonun yatay düzleminde alınmasının, olağın üstü hallerde yapılan bir iş olduğu samlmıştır (çok sayıda numune kesiti). Böyle bir durumda, kesitin fiziksel ve kimyasal değışiklik faktörü (numunelerle yapılan çizgilerin tahmini için çizginin fiziksel ve kimyasal faktör değışikliğı) hiç yoktur ve global hata ancak etki hacminin ekstrapolasyonundan ileri gelir.

Böylece, çalışmalarını yatay düzlemde çoğaltarak, prezisyonun maksimum derecesi sağlanabilir. Analiden geçen bir olayın gösterdiğine göre, sağlanan maksimum prezisyon çevherin niteliğı için (ortalama tenor) % 74, niceliğı içinde % 68 olmuştur. Prezisyon derecesinin bu sınırların üstünden kalması, istikşaf derecesinin başka bir doğrultuda (düşey) artmasıyla, ya da ekstrapolasyonun bu aynı doğrultuda azalmasıyla sağlanabilir. Şekil 2 de, istikşaf derecesine göre, prezisyon derecesinin değışim eğrisi görülmektedir (numunelerin enine kesitlerinin 1, 2, 3, 6, 10- 20 varyantları).

Prezisyon dereceleri % 95 bir sonuç olasılığı için saptanmıştır.



Şekil - 2 Prezişyon $D\&mcM/n/n$, İstikpaş Daessinin Fonksiyonu Olarak Dışgışım

Numune kesatine kadar prezişyon hissedilir biçimde artar, bundan sonra cevherin niteliği için % 68 ile % 74 arasında ve nicelik içinde % 60 ile % 68 arasında değişir. % 100'e kadar prezişyon farkı düşey doğrultudaki ekstrapolasyondan ileri gelir. Buna benzer analizler, gerçekteşmekte olan arama çalışmalarına yön vermek konusunda çok yararlıdır.

Aşağıda, rezervlerle ilgili yeni bir tahmin yönteminin ilkelerini, gerçegin simülasyon yöntemini göstereceğiz (5, 11).

Bu düşüncenin çıkış noktası şudur : herhangi bir bilgi dağarcığına göre hesaplanan tek ve ortalama değerli rezervlerin hesaplanmasında (hacim ağırlığı, mineralize yüzey, inineralizasyon kalınlığı, yararlı elementlerin tenörü) gözö münde tutulan parametrelerin, tahmin edilenden çok farklı değerleri olabilir. Gerçek değerler bilinemez, fakat kabullenilebilir bir prezişyonla, gerçegin bulunabileceği minimum ve maksimum sınırları çizilebilir ya da gerçek değerlerin bulunduğu değerlerin dağılımı saptanabilir. Örneğin, bir pannonun gerçek mineralize yüzeyi, istikpaş çalışmaların yapıl-

dığı alanda değil minimum değer S_{\min} ile maksimum değer S_{\max} arasında bulunabilir.

Minimum, yüzeyin yaygınlığını saptamak ve maksimum korelasyon yapısını değerlendirmek üzere, ya yarı-varyogram ya da korelogram yöntemlerinden birinden yararlanılabilir.

Maksimum yüzey istikşafı yapılan düzeyler arasında bulunan alandır.

Şunu da gözönünde bulundurmak gerekir ki; mineralize zonun gerçek ortalama kalınlığı, nispeten az sayıda yapılan araştırma çalışması (bir pano için 2-3 çalışma) sonucunda saptanan alanın sınırları dışında bulunabilir. Kendi tecrübesine ve çalışılan pano bölgesindeki tektonik bilgisine dayanarak jeolog mümkün kalınlık aralarını takdir edecek, yani mineralleşmiş pano bölgesindeki mümkün kalınlık dağılımlarını değerlendirecektir.

Mineralize alanların tahmininde ve kalınlıklarında uygulanan bu yöntemden başka, tektonik sorunlar da söz konusu olabilir; bunlar çoğunlukla bilinir, fakat mineralize panoya geometriyi uygulamak gibi bugün kullanılan usülle nicelendirme olanağı yoktur.

Jeostatik yöntemler de bu duruma elverişli değildir, çünkü bunlar belirli bir panoya belirli bir yorumun sonucu olan bir geometri ile uygulanır.

Belirli bir durum için, en iyi ortalama tahminleri ve tahmin hatalarını jeostatik tayin eder, fakat yorum hatalarını ya da işletme sırasında rastlanabilen tektonik arızaları göz önünde bulundurmaz.

Ortalama hacmin ağırlığı ve yararlı elementlerin ortalama tenörü, ancak bilinmez bir gerçeğin tek rakamları ile değerlendirilebilir. İstikşafı sağlanan bilgiler yardımı ile hem gerçek ortalamaların emniyet aralıkları ,hem de gerçeğin mümkün değerlerinin dağılımı daha prezisyonlu olarak takdir edilir.

Rezerv tahmin sorununun ne biçimde sunulduğu göz önüne alınırsa, bu sorun gerçeğin bir simülasyon modeli ile çözülebilir.

Simülasyon yöntemlerinin, bazı değer sağlamağa elverişli teknikleri vardır; bu değerler ya belirli sınırlar arasında ya da bilinen istatistik dağılımla bulunur. Burada bu tekniklerden söz etmeyeceğiz çünkü tümü uzmanlık yayınlarında vardır (2,5).

Simülasyonun her iterasyonu, gerçeğin önceden saptanmış sınırları arasında bulunan bir mineralize alanı gösteren değerler meydana getirecektir. Bunun mümkün kalınlıklar dağılımının ortalama kalınlığı h_i , mümkün gerçeğin minimum ile maksimum sınırları arasındaki ortalama hacminin ağırlığı p_i ve mümkün ortalama tenor dağılımının ortalama tenörü C_i dir.

Gerekli değerler sağlamak amacıyla, belirli değerler arasında uniform dağılan ve rastlantıya bağlı olmayan bazı değerler meydana getirmek için yöntemlerden yararlanılacağı gibi, dağılım yasaları bilinen ve rastlantıya bağlı olmayan değerler meydana getiren yöntemlerden de yararlanılacaktır.

Her iterasyon için gerçeğin mümkün değerlerinin bir vektörü $(p_i, S_i, \bar{C}_i, h_i, C_i) = 1, 2, \dots, n$, bundan sonra da şu tahminler elde edilecektir.

$$R_i = p_i S_i h_i \text{ cevher rezervleri için}$$

$$Q_i = R_i C_i \text{ metal rezervleri için}$$

Cevher ve metal gerçek rezervinin simule «n» değerleri ile bir istatistik analiz yapılabilir. Analizin amacı R_i ve Q_i parametre dağılım yasalarını saptamak olduğu kadar R ve Q ortalama değerlerini \hat{R} ve \hat{Q} dağılımlarını, hataları ve prezisyon derecelerini de saptamaktır.

$$\text{Ortalama tenorun en iyi tahminleri şunlardır : } C = \frac{Q}{R}$$

Şu halde, pek az çalışmalarla istikşaf edilen her pano için, simülasyonla, gerçeği temsil edebilen pek çok durumlarla karşılaşılabilir. Bundan sonra, bu verilere dayanarak, rezervlerin niteliği ve niceliği tahmin edilebilir ve yapılan tahminlerin prezisyon derecesi saptanabilir.

3 — Fiyat Konjonktürüne, Değerlendirmeye ve Teknik **Ekonomik** Paramjetreiere Göre Yatakların Ekonomik Potansiyelinin **Tahmini** :

Orantılı ve ahenkli bir gelişmeyi hedef tutan plânlı ekonomide, metalojenik birimlerle, jeolojik yapılarla ve idarî birimlerle, bütün ülkenin doğal kaynak potansiyelimi (rezervler + belirtiler) aşamalarla tanımak kesinlikle gereklidir. Bu potansiyelin bilinmesi, maden ham maddelerine sahip her ülkenin çıkarlarına ve özelliklerine, en kusursuz biçimde cevap veren bir ekonomi ve maden politikası izlemek için zorunludur. Kanımıza göre, bu politika şunları göz önünde bulunduracaktır :

— Daha önce denenmiş tüketici gereksinmelerine uyarak, emtia üretiminin yapısında olagelen değişikliklere göre şu ya da bu madene verilecek önceliğin tâyini;

— Jeolojik arama ve geliştirme alanında yapılan yeni gerçekleştirmeler, yönelmeler ve bu teknik için gerekli modern aygıtlar;

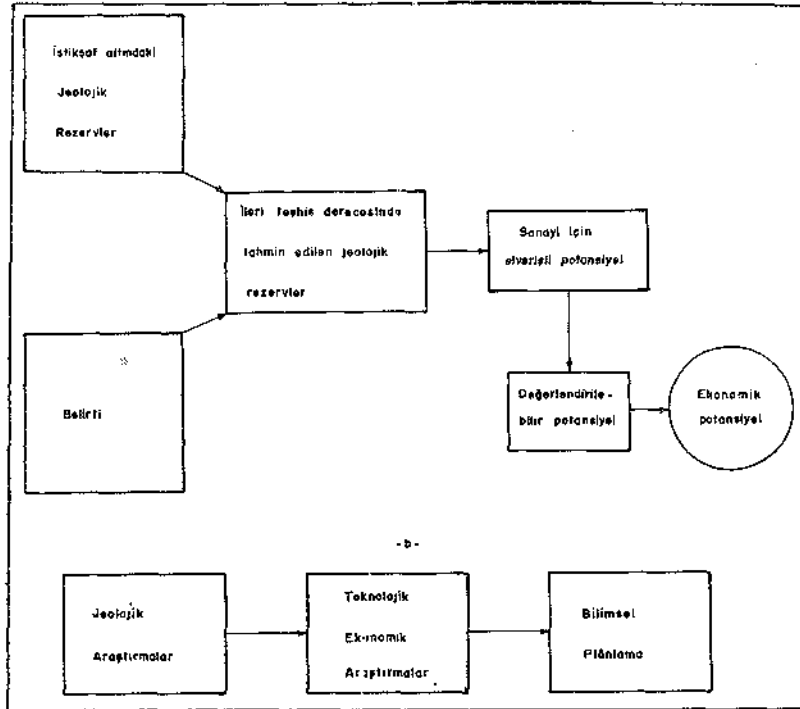
— Tüketicilerin talep ettiği değerlendirilebilen ürünü elde etmek için yataklarda bulunan yararlı elementlerin çıkartımında uygulanan teknolojik ilerlemeler;

— • Ulusal ekonominin gereksinmelerini sağlamak için, ithal ile yerli mallar arasındaki korelasyon.

Ekonomi ve maden politikasını hazırlamak konusunda alınacak kararların optimizasyonu için maden kaynağı sanayii potansiyelini mümkün olduğu kadar kesinlikle değerlendirmek gerekir. Bu değerlendirme bilinen jeolojik rezervlere ve belirtilere dayanacaktır. Bu sanayii potansiyelini en yüksek bir kesinlikle değerlendirebilmek için izlenecek esas

şudur : Jeolojik kaynakları sanayi potansiyeli haline dönüştürmek, bundan sonra değerlendirme ve ekonomik potansiyeller haline dönüştürmek işlemleri için, katsayılar en kursosuz kesinlikle saptanacaktır.

Şekil 3 te potansiyelin değerlendirme seyrinin şeması gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, çeşitli bilgi ve belirti (birinci aşama) dereceleri olmak üzere, araştırılması yapılan jeolojik rezervlerin çeşitli dönüşüm katsayılarının değeri, jeoloji ve maden çalışmaları ile gerçekleşen araştırma derecesine özellikle bağlıdır. Değer 0 ile 0,9 arasında değişebilir. Böylece, sağlam bilgilere dayanarak, jeolojik rezervlerin güvenilir bir tahmini sağlanır (Kısım 1 ve 2 ye bakınız).



Şekil 3 - Jeolojik Rezerv Potansiyelinin Değerlendirilmesindeki Akım Şeması

Değerlendirmenin ikinci aşamasında, sanayiye elverişli rezerv potansiyeli olarak tahmin edilen jeolojik rezervlerin

niceliksel ve niteliksel dönüşüm katsayıları t yın edilir. Katsayının değeri, her Şeyden önce, uygulanan maden işletme yöntemi ile harmanlama ve mineralleŐme yapısına bağlıdır. Bu değer fazlasıyla değişebilir, genellikle 0,85 ile 2,5 arasında bir fark gösterir. Niteliksel katsayının değerine gelince, bu seyrelme derecesini, bir de tahmin edilen jeolojik rezervin çıkartma süreci sırasında olagelen cevher kayıplarını hesaba katarak hesaplanır. Kompleks cevherler için niteliksel katsayıların değeri genellikle birden azdır, 0,7 ile 1 arasında değişir.

Cevher hazırlama s resindeki metallerin çıkartım endekslerini uygulayarak, tâyin edilen ve sanayiye elverişli rezervlerin potansiyelinden,   nc  aşamada, değer kazanılabilen metallerin potansiyeli hesaplanır. Böylece; yatakları, mineral birikimlerini cevher tiplerini (polimetalik, bakır, altın, demir vb.), çalışma aŐamalarını (değerlendirme, jeolojik ve teknolojik işletme ya da arama halinde), metalojenik ve idarî birimleri belirtmek suretiyle, ülkenin metal potansiyeli açıkça anlaşılır. En sonunda, metallerin bu niceliksel potansiyeli, dördüncü aşamada, ekonomik potansiyel biçiminde belirir, bu da cari ve öngörülen i  ve dış fiyatları esas tutarak hesaplanır.

Problemin karmaŐıklıęını ve hesap hacminin büyüklüğünü gözönünde bulundurarak, potansiyellerin tümünün (jeolojik, sanayie elverişli, değerlenebilen ve ekonomik) değerlendirilmesi ancak yeni hesap tekniklerini kullanarak gerçekleştirilebilir (Hesap makinemiz Romen kökenli FELIX markalıdır).

Değerlendirmenin tümündeki maden kaynaklarının bu analizinden sağlanan pratik sonuçlar, Şu en büyük üç nokta-yı hedef tutmaktadır.

— Jeolojik araştırma ve geliştirme eyleminin optimizasyonu ve karar etkisinin çoğalması;

—  ncelikleri ve değerlendirme stratejisini (7) saptayabilmek için teknolojik ve ekonomik aramalara y n verilmesi;

— Fiili maden üretim plânlamasına gelince burada plânlama devresinde kabullenilebilir derecede araştırılan jeolojik rezervlerden ileri gelen ve sanayiye elverişli olan potansiyel hesaba katılır. Öngörülen plânlama gerçekleşebilir çünkü araştırılmış jeolojik rezervlere ve belirtilere dayanarak değerlendirilebilen sanayiye elverişli rezervlerin tümü potansiyel olarak bilinir.

4 — Fiili ve Program Üretim Miktarlarının Optimizasyonu YÖHtemleri :

Son yıllarda, işletme halinde olan yatakların sanayiye elverişli olup olmadığını inceleme hazırlıklarından sonra, üretimi bilimsel biçimde plânlamak için, giderek daha modern matematik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemleri uygulamanın amacı füll ve program üretim miktarlarının optimizasyonunu oluşturmaktadır.

Bu amaçla, panoların ya da bir yatağın seviyelerini, optimum bir düzenle nasıl işletilebildiğini göstermek üzere, ilk iş olarak lineer programlama modeli hazırlanır. Burada sözü edilen yatakların her panosundan çıkarılacak maden miktarları saptanır. Bir daralma ve sınırlama sistemine uyarak optimum programın gerçekleşmesi öngörülür. Bu sistemin uygulanmasını, hem plânın gerekleri ve hem de yatağın geometrisi ve teknik koşulları zorunlu kılar.

Yararlanılan Optimizasyonu Kriteri şu olabilir :

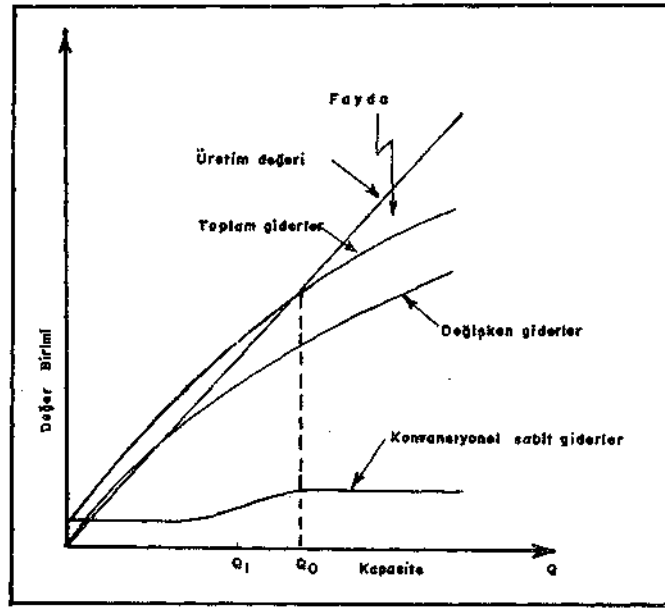
- Minimum işletme maliyeti;
- Üretim konsantrasyonunun maksimumu ile, teknik bakımdan ideal duruma mümkün olduğu kadar yaklaşan, panoların işletme sırasının tâyini;
- Çıkarılan cevher tonu başına düşün maksimum ekonomik değer.

Her panoya ait cevher tonunun değeri; ya bugünkü fiyatları göz önünde bulundurup ekonomik değer olarak, ya kapatılmış metalin yararlanma değeri (sanayide) olarak, ya da mübadele değeri olarak saptanabilir.

Hesaplama yöntemi ve algoritması bibliyografya'da ayrıntılı olarak gösterilmiştir (8, 9).

Üretim kapasitelerini, cevherin rantabilitesini ve bunların değişim belirtisini saptamak amacıyla, orijinal bir model hazırlanmıştır. Bu hazırlama, işletme maliyetlerinin öngörülen değişimine ve metal tonu başına düşen değere dayanarak yapılmıştır.

Bu amaçla, aşağıda gösterilen biçimde (Şekil - 4) bir fonksiyon saptanmıştır (1, 10) :



Şekil : 4 - Üretim Değerinin ve Giderlerin Değişimi

$$C_{ct} = a + bQ(1 - e^{-cQ^a})$$

Üretim; Q kapasitesine göre itibarî olarak, sabit giderlerin değişimi ve aşağıdaki parabolik fonksiyon için;

$$C_v = dQ^{1/2} \quad \text{ve}$$

değişimi ve aşağıdaki parabolik fonksiyon için;

a, b, c, d, n parametreleri bilinen matematik yöntemlerle, birkaç gözlem verisine dayanarak saptanmıştır.

Giderlerin toplamı şu formülle hesaplanmıştır :

$$C_T(Q) = a + BQ + dQ^{1/2} - bQe^{-cQ^n}$$

Sonuç olarak, aşağıdaki rezervin tükenmesine kadar şu toplam fayda çıkar :

$$B_T = vQT - C_T(Q)T$$

Buradaki v çıkarılan bir tonun satış fiyatını, $T = \frac{R}{Q}$ ise

rezerv (R) in işletme süresini gösterir.

Marjinal rantabilite, faydası sıfır olan bir üretim kapasitesi olarak saptanmıştır.

$$B_T(Q) = 0$$

Değerleri gerçek kılmak için bir faktör esas alınabilir.

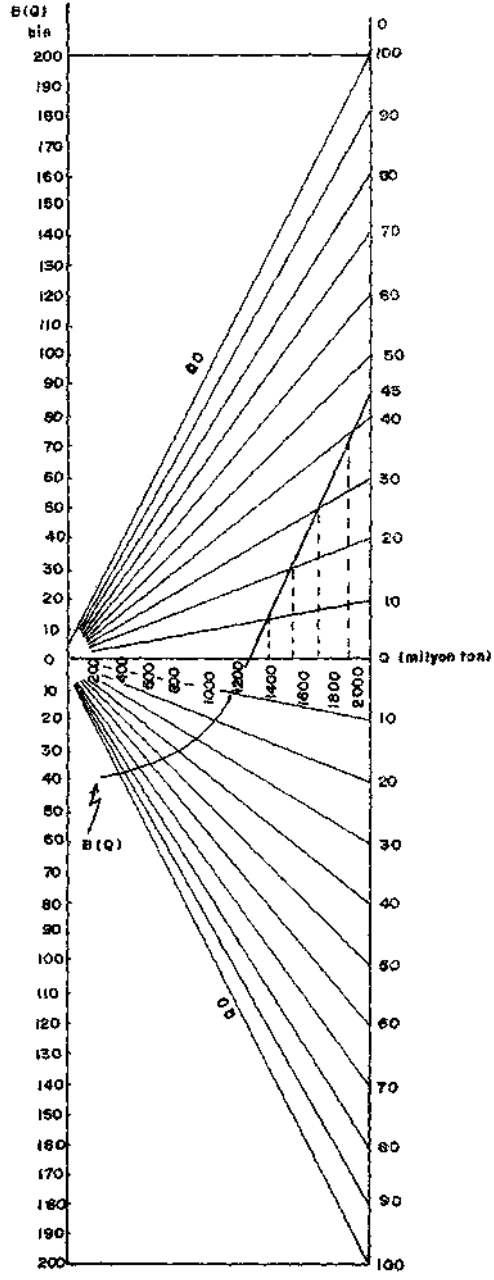
Üretilen bir ton değerinin «t» anında öngörülebilir değişiklikler d_v , dc_v ve dc_{cf} ile işaretlenirse, ton başına düşen değişken giderler, bir de buna tekabül eden itibarî sabit giderler ve $D = -dv + dc_v + dc_{cf}$ «t» anında öngörülen değişikliğin toplamı temsil ediyorsa, o zaman gerçekleşecek fayda şuna uygun olacaktır :

$$B'(Q) = B(Q) - Q.D.$$

Yeni marjinal rantabiliteyi $B'(Q) = 0$, yani $B(Q) = QD$ bağıntısı verecektir.

Bu nedenle, marjinal rantabiliteyi eğrinin $B(Q)$ doğru çizgi $Q.D$ ile kesişmesi tâyin edecektir.

Şekil - 5 te bir levha gösterilmiştir; burada, belirli bir anda, rantabilite marjini öngörmek olanağı vardır. Bunlar da, ton başına düşmesi öngörülen değer değişikliklerine ve değişken gider kategorilerine göre ayarlanmıştır.



ŞEKİL : 3 - Rantobilif® Morjininin Değişim Afcayı

Levhanın işınsal doğruları $Q \times D$ ürünlerini ,eğri ise fayda grafiğinin $B(Q)$ yi temsil eder; o-o yatay doğrusu üretim Q kapasite değerlerini gösterir. $Q.D.$ doğruları ile eğri $B(Q)$ arasındaki kesişme noktaları $B(Q) = Q.D.$ koşuluna tekabül eder. Sonuç olarak, bu noktaların absisi, bir toplam değişiklik Dye tekabül eden marjinal rantabiliteyi gösterir. $D = 0$ için aktüel marjinal rantabilite bulunur.

Böyle bir hevha; rantabilite marjininim üretim, belirti ve değişiklik kapasitelerinin analizi için yararlı bir araçtır ve bu raporun konusunu oluşturan gelecekteki madien işletmesinin gelişmesiyle ilgili kararları optimum duruma getirmek için etkili sonuçlar oluşturacaktır.

B I B L I Y O G R A F Y A

1. Duma S., Zorilescu D. : Prognose resurselor de materai prime minerale. Ed. Technica, Bucureștd, 1975.
2. Mammersley J. M. : Hondscomib D.C. Monte Carlo Method Londra, 1964.
3. Matheron G. : «Traité de géostatistique Appliquée», Vol. I, et II, Mémoires du Bureau de Recherdhasgéologiques et minières nr. 14, 1962.
4. Miller L. Robert, Kohn J.S. : Statistical Analysis in the Geoloigical Sciences. John Willey and Sons. Inc., 1962.
5. Sacuiu I., Zorillscu D. : Numere aleatoare; apldcatii în économie, industrie și studiul fenomenelor naturale. Ed. Acad. RSR (sous presse, 1977).
6. Shannon C E. : A mathematical theory of communication. Bell System Technical Journal 27, (1947).
7. Vlad P., Luca Al. M., Tomoiv. L, Zorilescu D. : The optime intervals of control for the characteristic parameters of the integrated process (extraction, foeneficiation metallurgy) for a rational development of the mineral resources. VI-e Congres International minier. Madrid Espagne, 1970.
8. Vlad P., Zorilescu D. : Modèle général de développement en perspective de l'industrie minière. VIII-e Congres International minier, Lima-Peru ,1974.
9. Zorilescu T>. : Metode matematace de analiza si decăzne în géologie si minerit. Ed. Tehnioa, Bucureștd, 1972.
10. Zorilescu D. : Prognosa varratiei pragurilor de rentabilitate aie exploitante- miniere .Rev. Min. nr. 4, 1974.
11. Zorilescu D. : Model general de estimiare a zacamd'ntelor de suibstanite minerale solide prin sfcnulare. Rev. Min. nr. 11, 1976.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ**
14-18/2/1977.dsı salonu ankam

TÜRKİYEDE
UYGULANMAKTA OLAN
MODERN URANYUM
ARAMA YÖNTEMLERİ

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TÜRKİYE'DE UYGULANMAKTA OLAN
MODERN URANYUM ARAMA YÖNTEMLERİ

John W. King*

Özet :

Bugün, Türkiye ve Dünyanın diğer yerlerindeki kumtaşı tipi uranyum aramaları birbirine bağlı ve çok yönlü yöntemleri gerektirir. Modern projeler; uçak, yüzey ve yeraltı prospeksiyonun tek tek ve koordineli olarak ve buna ilâveten jeoloji, radyasyon jeofiziği, toprak-su ve yeraltı jeokimyası olarak yorumlanan yöntemleri kullanırlar. Gerekliğinde kısa aralıklarla karot alman, rotary-karotsuz sondajların jeolojik ve elektronik bağları yeterli yeraltı bilgi, lerini temin eder. Yukarıdaki verilerin sabırla yorumu bir projenin sonucunu saptayabilir.

Abstract :

Exploration for uranium in sandstone hosts in Turkey and elsewhere today, requires sophisticated multidisciplinary methods. Modern projects employ phased and coordinated air, ground and sub-surface surveys and investigations that consider geology; radiation geophysics; and soil, water, and sub-surface geochemistry. Geologic and electronic logging of holes drilled by rotary non-core rigs, backed by a few core intervals, provides adequate sub-surface information. Sagacity in interpretation of those data may determine the outcome of a project.

(*) International Atomic Energy Agency

Giriş :

Uranyum araması atom çağının çeyrek yüzyılında, prospektörlerce yürütülen basit araştırmalardan, çeşitli arazi araçları ve laboratuvar teknolojileriyle donatılmış uzmanlar tarafından sürdürülen karmaşık, çok yönlü çalışmalara dönüşmüştür. Bu yazının amacı, bazı mineral araştırmalarının esaslarını, uranyum arama teknolojisi ve bu teknolojinin arazideki uygulamasını kısaca gözden geçirmektir.

Bazı Arama Kuralları

İlk olarak mineral aramalarındaki bazı esaslardan ve bu aramalarda özellikle uranyum aramanın temel kurallarından kısaca bahsedelim.

Belki de birçoklarımızca en zor kabul edilen durum, maden aramanın bir kumar olması ve kozların daima bizim aleyhimize olmasıdır. Binlerce arama çalışmalarından belki sadece bir tanesi başarıya ulaşarak işletilebilir bir maden cevheri bulunacaktır. Bu durum fiziksel araştırma projelerinde de aynıdır. Diğer bir deyişle, birçok maden arama projesi başarısızlığa uğrar.

Arama çalışmalarının başarılı olduğu yerlerde, çalışmaların başlangıcı ile rezervlerin işletilip tüketilmesi arasında geçen zaman tahmin edilenden genellikle fazladır. Herşey yolunda gittiği takdirde uranyum cevherlerinin bulunup işletilebilir hale getirilmesi için gereken zaman ortalama 8 yıldır; üretim süresi ise 10 veya 15 yıl sürebilir.

Uranyum üretim maliyeti doğrudan doğruya çok değişken olan arama masraflarına bağlıdır. Diğer safhalar maliyet üzerinde arama masrafları kadar etkili olmazlar. İşletme ve zenginleştirme harcamaları genellikle pound başına 15-20 dolarlık bir artma getirebilecek nispeten dar limitler içinde değişiklik gösterirler. Halbuki arama masrafları pound başına birkaç cent'den, çalışmaların başarısız sürdürüldüğü yerlerde, sonsuza kadar gidebilir. Bugünkü fiyatlar dikkâte alındığında, uranyum aramalarında pound başına 4 dolarlık bir arama masrafı uygun kabul edilebilir.

Kayda değer diğer bir özellikte arama masraflarının arama süresine bağlı olmasıdır. Bugünkü yüksek fiyat artışları arama masraflarını daha üretim başlamadan, iki misline çıkarmakta ve hatta arama süresi uzadıkça tekrar iki veya üç misline çıkarabilmektedir. Bu nedenle uzun bir çalışma süresi iyi bir projeyi ekonomik açıdan başarısızlığa itebilir.

Özellikle uranyum için geçerli olan diğer bir noktada hedefin kalitesi ve büyüklüğüdür. ((Sarı pasta)) (yellow cake) fiyatlarının yakın zamandaki artışı, durumu büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Ancak yine de çok küçük hedefler aramaların dışında tutulmalıdır. Örneğin günde 200 ton kapasiteli bir tesis % 10 tenörlü U_3O_8 cevherini işlediği takdirde, uygun koşullarda yılda, pound'u 15 dolardan 65 ton «sarı parta» üretebilir. Böyle bir tesisin amortisman süresi 12 yılda ve bu süre içinde bu tesisi beslemek için 1000 ton U_3O_8 içeren % 10 U_3O_8 tenörlü 1000000 ton cevher gereklidir. Bu tip bir cevher bazı koşullarda çok çekici olabilir. Fakat eğer bu 1000 ton U_3O_8 herbiri 25 tonluk 40 ayrı cevhere bölünürse, cevher yüzeyde olmadıkça, arama ve işletme masrafları çok büyük tutarlara ulaşacaktır. Ayrıca, eğer cevherin tenörü yukarıda zikredilenin yarısı kadar ise, işlenecek tonaj iki misline çıkacak ve durum daha da kötüleşecektir.

Uranyımı Cevher Hedefi

Uranyum birçok yerde bulunabilir ancak cevherler üç esas jenetik tipte sınıflandırılabilir : 1) Uranyumun muhtemelen, eski sahil plaserleri içinde, oksijensiz bir bölgede konsantre olduğu konglomera tabakalarında; 2) Damarlarda ve intrü'zif kontaklarda; 3) Uranyumun muhtemel kaynağından uzakta, gevşek kumtaşları içindeki zuhurlar halinde. Türkiye'de aramakta olduğumuz tip kumtaşı tipi uranyum cevheridir, zira bu tip cevherler daha önceden de ülkede saptanmıştır. İkinci bir neden ise bugünkü bilgimize dayanarak en geniş uranyum cevherlerinin kumtaşı tipleri olduğudur.

Kumtaşı tipi uranyum cevherleri içeren hazne kayalar, karasal fluvial ortamda çökelmiş, oldukça geçirgen," ge-

nellikle orkozik, karbonlu materyel ve pirit içeren kumlar olarak karakterize edilebilir. Cevher haznesi herhangi bir uyumsuzluğun yakınında olabilir ve uranyum çökelmelerinde etkin olan ve çökeldikten sonra orada korunmasını sağlayan stratigrafik, yapısal veya kimyasal özellikler içerebilir. Cevher yatakları genellikle geçirgenliğin en iyi olduğu hat boyunca uzanan kümeler halinde oluşurlar. Dünyanın en geniş kumtaşı tipi uranyum maden bölgesi Grants, New Mexico'dadır ve toplam 200000 ton U_3O_8 rezervi içermektedir. Bundan başka yeryüzünde yaklaşık herbiri 2000 ton dan fazla U_3O_8 25 tane kumtaşı tipi uranyum bölgesi mevcuttur.

Uranyumun, içinde cevher olduğu kumtaşlarma uzakta bulunan kaynaklardan, kanal tipi yeraltı akiferleri boyunca suda eriyebilen u^{+6} halinde taşındığına inanılmaktadır. Oksitleyici cevherli sıvının redükleyici koşullarla karşılaştığı yerlerde uranyum u^{+4} halinde çökeler.

Uranyumun oksitlendiğinde veya redüklendiğindeki değişken çözülebilirliği uranyum cevher oluşumu bakımından çok önemlidir. Kumtaşları içindeki mineralizasyon esas olarak uranyumun, daimi tekrarlanan, oksitlenmesi - çözülmesi taşınması redüklenmesi - çökmesi ameliyesinden ibarettir. Oksidasyonla çözülebilen uranyum redüklenebileceği bir ortama kadar gidebilir ve orada u^{+4} olarak çökebilir. Mineralizasyon olayı için esas olan demir aynı şekilde hareket eder ve cevhere götürücü kılavuz niteliğinde renk değişimleri ve karakteristik pirit morfolojisi meydana getirir.

Cevherler oldukça basittir ve piritle yakından bağlantılı olan uranimik ve coffinite esas cevher mineralleridir. Kumtaşı tipi cevherlerde birçok metalin uranyumla birlikte bulunmasına rağmen, bazı bölgelerde sadece vanadyum ve bakır önemli yan ürün olarak bulunmuştur.

Cevherler iki esas şekilde oluşurlar. Bir tanesi dikey kesitte hakim olarak «C» şeklinde uzun, yılankoni roll-tipi cevher yatağıdır. Diğeri cetvel şeklinde (tabular) veya düz yaygın cevher gövdeleri halindedir. Bu ikinciler hazne kayacın tabakalanmasına aşağı yukarı paralel olarak görünürler, ancak bu genel ve kesin kaide değildir.

Uranyum cevher mineralizasyonu ender durumlar gösteren ayrıcalıklı bir olaydır. Bu gibi durumlar ve cevher yataklarının müteakip dağılımı tesadüfi değildir. Aksine, cevher dağılımı bazı jeolojik ve kimyasal özelliklerin varlığı ile kontrol edilir. Arama yapan jeolog, bu gibi özelliklerin tanınması ve yerinin bulunması ve mineralizasyonu kolaylaştırır değişme zonlarının saptanması ve de kısır sahalarda elde ettiği bilgilerden yakınlarda olabilecek cevher yatağı hakkında fikir sahibi olmakla uğraşır. Cevher mineralizasyon özelliklerinin sadece cevherin bulunduğu yerde olmayıp esas cevherden birkaç kilometre uzağa yayılma özelliği araştırma yapan jeolog için önemli bir yardımcıdır.

Uranyumun Arama Teknolojisi

Uranyum arama teknolojisi birçok bakımdan diğer madenlerin ve yakıtlarınkine benzer. Bununla beraber, uranyumun radyoaktivitesi ve jeokimyası, daha çok bir uzmanlaşma gerektirir ve aynı zamanda bu uzmanlaşmayı sağlar. Uranyum ve kardeş ürünlerinin radyoaktif özellikleri, bugün her yerde kullanılmakta olan uranyum arama yöntemlerinin büyük çoğunluğu bazı radyoaktivite ölçme çeşitlerine dayanır.

Başlangıçta bir çok uranyum cevheri, geiger sayıcıları ile yüzeyden, mostra veren sarı, oksitlenmiş uranyum cevherlerini arayan prospektörler tarafından bulunmuştur. Bu günlerde, uranyum aramakta olan ülkeler mostra veren veya bitki örtüsünün hemen altında bulunan cevherleri saptamışlardır. Böylece, prospektörlerin elde alet taşıyarak arama yapmaları çoğunlukla gerilerde kalmıştır ve gizli cevherleri saptamak için yeni yöntemler uygulanmalıdır. Modern uranyum aramaları, yüzeyde mostra vermeyen ancak yarlıkları hakkında bazı şüpheli belirtiler veren cevherleri bulmak için yerin derinliklerini görebilmelidir. Bu gibi cevherler, oksitlenerek tahrip olmaktan üzerlerini örten su tablası ile korunmuş siyah, oksitlenmemiş cevherlerdir; bunlar 1000 metreyi geçen derinliklere kadar oluşabilirler.

Uranyum cevherlerini bulmanın gittikçe zorlaşması üzerine daha gelişmiş ve karmaşık arama teknolojisi geliş-

tirilmiştir. Bugün uranyum, jeofizik aletleri ve jeokimyasal teknoloji ile donatılmış uzmanlardan oluşuk ekiplerce aranmaktadır. Modern uranyum aramaları, değişik ustalık ve tekniklerin, yorumların ve ne diğer metallerin aranmasında nede petrol aramalarında genellikle uygulanmayan kavramların hepsini birden kullanmaktadır. Uranyum arayıcıları ayrı bir grup oluşturmakta ve ustalıkları, madencilik endüstrisinde kendine özgü bir yeri olan özel bilgilerinin ve yaratıcı güçlerinin ilimleriyle birlikte yoğrulabilmektedir. Böyle bir ustalık kolayca ve çabucak kazanılmaz, ancak başarılı bir uranyum arama programının yürütebilmek için koşuldur.

Modern bir uranyum arama projesi jeolojik haritalama, sintillometre ile aramalar, dere sedimanı çalışmaları, uranyum ve radon için su numunelemeleri, karotsuz sondaj çalışmaları, araziden toplanan numunelerin çok elemanlı jeokimyasal laboratuvar analizleri ve neticelerin elektronik beyinde incelenmesi gibi yöntemlerin hepsini birden kullanan çok yöntemli, devreli, koordineli çalışmalar yapmalıdır.

Uranyum için jeolojik uygunluk, diğer metallerde olduğu gibi, başlangıçta bölgesel jeolojik tektonik, jeomorfoloji, stratigrafi, litoloji, sedimanlarını kaynakları ve diğer faktörlerin incelenmesi ile saptanır. Bir sahanın potansiyel uygunluğu saptandıktan sonra arazi projesinin ilk devreleri başlar. İdeal olarak, bölgedeki sahanın uygunluğunu ve bu saha içinde çalışmaların en ilgi çekici bölgelerde sürdürülmesini sağlamak için havadan radyometrik çalışmalar ve jeolojik tanıma harita alımları yapılır. Böyle bir tanıma ilk elemeyi oluşturur; sonraki elemeler en uygun kısımlarda, daha ayrıntılı havadan çalışmalar, jeolojik harita alımı, yerden radyometrik, jeolojik, jeokimyasal ve belki de radon ve jeobotanik gibi yöntemler uygulanır. Bu araştırmalar herhangi bir sahanın uygunluğunu kanıtladığı takdirde, anomolilerin veya çevrenin uygunluğunun fiziki araştırmalarla kontrol edilmesi gerekir. Bundan sonradırki proje jeologu, hangi tip cevher arıyorsa ona en uygun çalışma yöntemini kararlaştırır.

Bu arada damar tipi uranyum aramaları ile özellikle Colarodo platosu tipi kumtaşı yatakları türünden sedimanter kayaçlar içindeki uranyum aramaları arasındaki temel fark önemlidir. Damar tipi uranyum cevheri ararken mineralleşmenin delilleri genellikle görülür ve değerlendirilir. Buna karşıt kumtaşı tipi cevherler aranırken çalışmalar uranyum çökmesi için uygun sahanın saptanmasına yönelir ve ondan sonra saptanan uygun sahada uranyum cevheri aranır. Diğer bir fark ta iki cevher tipinin geometrik şekillerinden ileri gelir. Her iki cevher türünün de esas itibariyle cetvel şeklinde (tabular) tarif edilebilmelerine rağmen, damarlar daha ziyade çizgisel oluşuklardır ve muhtemelen çok fazla eğimlidirler. Halbuki kumtaşı cevherleri düz ve yatay bir görünüm arzederler ve gerçekten tamamen gömülü, hiç mostra vermiyor olabilirler. Böylece damar tipleri karakteristik olarak nokta veya çizgisel anomali verirler, kumtaşı cevherleri ise varlıkları hakkında herhangi bir doğrudan kanıt vermeksizin saklı olarak uzanabilirler.

Damar tipi cevherlerin aranması genellikle nokta veya çizgisel anomalinin saptanmasına ve mostra boyunca derine doğru veya yüzeysel devamı hakkındaki fikir edinmeye yöneltilir. Genellikle fay veya intrüzif kontak gibi çok eğimli jeolojik yapılar aranır. Bu gibi yapılar devamlılıkları, kollara ayrılıp ayrılmadıkları ve değerleri açısından incelenirler. Bu nedenle bu tip cevherlerin araştırması doğrudan doğruya dik eğimli yapıların yüzey özelliklerine dayanan araştırmalar şeklinde sürdürülür.

Çeşitli nedenlerden ötürü sedimanter çevredeki çalışmalar çok değişik şekilde yürütülür. İlk olarak, herhangi bir radyometrik anomoli, sert kayaç bölgelerinde olduğu gibi yakında bulunan bir cevher yatağının yüzeysel belirtisi olarak kabul edilmez ancak esas itibariyle uygun sahalara bir kılavuz olarak işe yarar. İkinci olarak hedef genellikle düz ve yaygındır çünkü, uranyumu, cevher oluşturduğu yerlere taşıyan solüsyonlar yatay tabakalar içinde hareket ederler ve de buralarda oluşan cevher tabakalanmayla uyumludur. Üçüncü olarak ise, bu solüsyonlar, içinden geçtikleri akifer

içinde aglerasyon yaparak arkalarında iz bırakırlar ve böylece esas cevher sahalarının civarında, uygunluğun saptanabileceği cevher sahasının iki üç katı büyüklüğünde bir saha yaratırlar. •#.

Havadan ve yerden çalışmalar mineralize solüsyonlar tarafından meydana getirilmiş alterasyon bölgesini tanıma amacıyla yönetilir. Sedimanter sahalarda, uçakla havadan çalışmalar çok az bir zaman ve para harcanması ile çok geniş sahalarda ön bilgi sağlar. Havadan tespit edilen anomalileri kanıtlamak üzere yüzeyden çalışmalar sürdürülür.

Herhangi bir mineralize saha erozyona uğradığı takdirde, özellikle bu saha derin bir şekilde oyulmuşsa, alterasyon ürünleri veya mineral oluşumları geniş bir sahaya dağılmış olabilirler. Toprak dere sedimanı, yeraltı ve yerüstü su numuneleri gibi bozuşma ürünlerinden alınan numuneler bu mineralizasyon hakkında jeokimyasal deliller verirler. Dere sedimanı numune alımı, havadan uçakla çalışmalar gibi oldukça geniş bir saha hakkında çabuk ve geniş bilgi sağlar. Radon ve uranyum içeriklerini incelemek üzere, önceden belirlenmiş bir yoğunlukla veya mevcut olduğu yerlerde yapılan su numunelemesi sahanın uygunluğu hakkında değerli bilgi sağlayabilir. Sintülometre çalışmaları diğer yüzeyden çalışmalarla birlikte sürdürülür.

Jeolojik tanıma harita alımları bu çalışmaları takip eder veya onlarla birlikte sürdürülür. İyi yapılmış jeolojik haritalarla, havadan ve yerden çalışmaların sonuçlarının jeolojiyle olan münasebetleri saptanır ve böylece sonuçların anlamı değerlendirilebilir. Jeolojik yapıya göre, bazı kuvvetli anomaliler herhangi bir değer ifade etmeyebilirler. Diğer yandan başka bir jeolojik ortamda background'un sadece birkaç katı değerler önemli olabilirler.

Sedimanter sahalarda tanıma sondajlarına genellikle önce akiferhazne saptamak amacıyla radyometrik veya jeokimyasal anomaliler veren bölgelerde başlanır ve sonra bu akiferin içinde uranyumun saptanmasına çalışılır. Bu çalış-

ma sondaj makinası, numune alımı ve jeofiziksel kuyu loğlaması şeklinde sürdürülür. Böyle bir sondaj çalışması başlangıçta birkaç kilometre aralıklarla sürdürülebilir ve bu aralık elde edilen yeraltı bilgileri ve yüzeysel anomalilere bağlı olarak daha da azaltılıp sıklaştırılabilir. Birkaç y^Ü ton U₃O_B içeren bir bölgenin çevresindeki altere olmuş kesim sondaj çalışmaları ile tanınabilir olmalıdır; böylece uygun olmayan sahalarda en az çalışma ile giderilebilir ve cevheri bulma çalışmaları doğrudan doğruya başarının en çok muhtemel olduğu yerlerde yoğunlaştırılabilir.

Bir sahada, önceden eleme yapmadan, kesif sondaj çalışmalarına geçmek için gerekli zaman ve para harcamalarının çok geniş olması araştırmacıları genellikle bu tür yaklaşımdan vazgeçirmektir. Davis (6)'e göre «potansiyel bir bölgenin büyüklük oranı, içinde bulunan tipik bir mineralize sahaya nazaran çok fazladır. Bu nedenle yeterli bir jeolojik çalışma olmadan yapılan geniş bir sondaj programı başarısızlığa uğrayabilir.» «Potansiyel sedimanter uranyum sahalarının büyüklüğü, en az sondaj masrafı gözönüne alınsa dahi, kesif sondaj çalışmalarına imkân vermemektedir.))

Geçmişte Dimimi

Güney batı Anadolu'da sürdürülmekte olan *IAEA-M.T.Â.* ortak projesi yukarıda bahsedilen modern arama metodlarını uygulayan bir uranyum arama projesine örnek olarak gösterilebilir (7). Bu sahalarda bölgesel jeolojik harita çalışmaları ve havadan ve yerden radyometrik çalışmalar proje başlamadan önce tamamlanmış ve küçük, sık oksitlenmiş cevher rezervleri tesbit edilmiş idi. Radyasyon çalışmalarının olumlu sonuçları ve bilinen cevher yataklarının Neojen sedimanları içinde bulunması su tablasının altında yer alan redüklenmiş zonda saklı cevher oluşumlarını aramayı amaçlayan projenin çalışma sahasını saptamakta yeterli bilgiyi sağlamıştır.

Tüm proje sahası içinde değişik çalışmalar, sondaj yapılabilecek uygun sahaların seçilmesini sağlamış ve diğer taraftan uygun olmayan sahaların da çalışma dışı bırakılması-

ni sağlamıştır. Dere sedimanlarından uranyum ve uranyuma bağlı 9 element için numune alınmıştır. Radon ve uranyum içeriklerini anlamak için toprak ve su numuneleri alınmış ve buna uygun olarak gamma - sintillasyon çalışmaları sürdürülmüştür. Bu çalışmalardan elde edilen arazi ve laboratuvar verileri, çok geniş olan bilgilerin en etkin şekilde kullanılabilmesini sağlamak için elektronik beyinle hazırlanmıştır. Bu araştırmalara dayanarak anomali veren sahalardan belirlenmiş ve konturlanmıştır. Genellikle iki veya daha fazla yöntem kullanılarak belirlenen anomaliler uygunluk açısından özellikle en kuvvetli belirtileri vermişlerdir. Daha sık numune alman ve aynı çalışmaları kapsayan takip çalışması ile sondaj hedefleri saptanır. Sondaja geçmeden önce ön stratigrafik bilgi ve kontrol sağlamak için ek jeolojik harita alımı yapıldı. Böylece çok geniş olan proje sahası sondaj çalışması yapabilecek boyutlara düşürüldü. Proje sahasında en yüksek anomali veren saha 30 küsur km² yi kapsamaktadır. Sondaj çalışmaları yaklaşık 1 km aralıkla başlamış ve uygun belirtilerin bulunduğu yerlerde daha da sıklaştırılmıştır. Kalınlığı 30 m den fazlaya ulaşan devamlı bir kumtaşı ünitesi tesbit edilmiştir. Bu ünite her yerde yüksek radyoaktivite göstermekte, ancak radyometrik anomali vermemektedir. Anomali veren sahada yapılan 50 sondajdan elde edilen malumata dayanarak cazip cevher yatakları bulma ümidinin çok düşük olmasından, daha fazla arama yapmaya karar verilmiştir. Böylece başlangıçta çekici olan bir saha en az masraf ve zaman harcanarak değerlendirilmiş ve diğer sahalarda harcamalara devam edebilme olanağını sağlamıştır.

Başka yerde, iki sahada mineralize zona girilmiştir. Bu? tanesinde kılavuz muhtemel bir roll - tipi cevher yatağına işaret sayılabilecek redüksiyon - oksidasyon ara yüzeyi olmuştur. Daha sonraki jeokimyasal çalışmalar sahanın uygunluğunu kanıtlamıştır. Diğer sahada sondaj çalışmalarına, hidro - jeokimyasal anomaliler yol göstermiştir. Bu iki sahada kesilen cevherler henüz detaylı geliştirme sondajları ile takip edilmemiş olduğundan tenörleri ve boyutları hakkında herhangi bir şey söylenememektedir.

Bu projedeki sondaj çalışmalarının bir özelliği de sürekli olarak yeraltı jeolojisinin kullanılmasıdır. Sondaj kırıntılarından alınan temsil edici numuneler kuyularda elektrik ve gamma ölçümleri temel yeraltı verileri sağlamak üzere düzenlenmiştir. Bu bilgi litolojik yorum, stratigrafik korelasyon ve uygunluk değerlendirmeleri için kullanılmıştır.

Her metrede bir alınan kırıntı numuneleri bir jeolog tarafından loglanmaktadır. Standart bir form üzerine kaba özellikleri kaydeder ve mineralojiyi inceler ve son olarak da ağır mineral içeriğine bakar. Tarifleri yaparken, uygunluğun en belirleyici özellikleri olan renk, oksidasyon durumu, karbon ve demir muhtevaları ve mineraloji gibi özelliklere ayrı bir dikkat gösterir. Gamma ve elektrik ölçülerinin küçültmüş bir kopyası mikrolog halinde referans olmak üzere jeolojik ölçün üzerine yapıştırılır.

Sondajlardan elde edilen bilgiler bugüne kadar titizlikle saklanmıştır. Elektronik log akımları, sondaj makinası kuyuyu terkettikten sonra genellikle yarım saat içinde alınmıştır. Bu sadece anında bilgi edinmeyi sağlamamış aynı zamanda da kuyu kaybı (çökme v.s. nedeni ile) önlenmiştir. Kuyu ilerledikçe jeolojik ölçümü tamamlamak ve numune alımına nezaret etmek için bir jeolog genellikle günde yapılan iki vardiye boyunca sondaj başında bulunmuştur. Jeolojik ölçüm genellikle kuyunun tamamlanmasından 24 saat sonra bitirilmiştir. Bilgiler geliştikçe ve korelasyonlar yapıldıkça büroda tamamlayıcı harita ve kesitler hazırlanır. Böylece sondaj çalışmaları ilerledikçe elde edilen yeraltı bilgilerde gelişmekte ve buna bağlı olarak ek sondaj yerleri saptanmasında karar alınmaktadır. Bu yöntemle her kuyu o anki gereksinimlerle değerlendirilmiş ve daha fazla veya daha az sondaj yapma durumu geniş bir şekilde ortadan kaldırılmıştır.

Özet Ye Sonuçlar

Kumtaşları içinde modern uranyum aramalarının karmaşık teknolojisi, etkin bir program içinde koordine edilebilecek ve devrelere ayrılacak havadan, yüzeyden ve yeraltı

tından çalışmaları kapsar. Böyle devreli, çok yöntemli uranyum aramasının ekonomik ve etkin olduğu Türkiye'de kanıtlanmıştır.

Bulgulara götürecekt sondaj hedefleri tespit edilmiş ve 3000 km²'lik bir sahanın kesin değerlendirmesi tamamlanmıştır.

Bölgesel jeolojik harita alımı ve havadan radyasyon çalışmaları tamamlandıktan sonra, dere sedimanı ve su numuneleri alımıyla sahanın yeterli ilk elemesi yapılmıştır. Koordineli gamma çalışmaları, topraktaki uranyum içeriği ve toprak gazındaki radon ölçümlerinden oluşuk takip çalışmaları 50 ve 100 metre derinlikler arasındaki sondaj hedeflerini etkin bir şekilde belirlemiştir. Her metreden kırınıntı numunesi alman karotsuz sondajlar, gamma, s.p. ve rezistivite loglarıyla birlikte yeterli yeraltı bilgileri sağlamıştır. Bu çeşitli çalışmalardan elde edilen verilerin yorumu bir projenin başarılı olduğu veya başarısızlığı oranındaki farkı ifade edebilir.

Bu modern teknolojinin uygulanmasıyla, geniş sahalara, uygun olmadıkları anlaşılarak ortadan kaldırılmış ve çok az masrafla birçok küçük sondaj hedefleri saptanmıştır. Sondajlarda, cazip kalınlıkta ve tenörde uranyum cevheri kesilmiş ve henüz değerlendirilmemiş ek hedefler saptanmıştır. Kuvvetli anomoliler veren bir saha, yeraltında umulan uygunluğu göstermemiştir.

R e f e r a n s l a r :

- 1 — King, John W., «Some principles of modern uranium exploration», Interamerican Meeting Science and Man in the Americas, CONACYT AÁAS, Mexico. 1973 (oral presentation, unpublished).
- 2 — Nininger, R. P., «Uranium exploration policy, economics, and future prospects» uranium Exploration Methods (Proc. Panel Vieıma, 1972). Vienna (1973) q.
- 3 — Fischer, R. P., «Exploration guides to new uranium districts and belts», Econ. Geol. 69 (1974) 363.

- 4 — Adler, H. H., «Interpretation of colour relations in sandstone as a guide to uranium exploration and ore genesis» Uranium Exploration geology (Proc. Panel Vienna, 1970), IAEA, Vienna (1970), 155.
- 5 — King, John W. and Austin, S. R., «Some characteristics of roll-type uranium deposits of Gas hills, Wyoming distr. liy USAEC Grand Junction. Colo. (1965); abridged version in Min. Eng. 18/5 (1966) 73.
- 6 — Davis, J. F., «A practical approach to uranium exploration drilling from reconnaissance to reserves», Uranium Exploration Methods (proc. Ponel Vienna, 1972, Vienna 1973) 109.
- 7 — King, J. et al, «Exploration for uranium in southwestern Anatolia, a case history», Int. Symposium on Exploration of Uranium ore Deposits, Vienna (1976) in press.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14-18/2/1977. dsi salonu/ankara**

MADENCİLİK ÖĞRETİMİ,
EĞİTİMİ VE
İSTİHDAM!

TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

MADENCİLİK ÖĞRETİMİ, EĞİTİMİ YE İSTİHDAMI

Maden Mühendisleri Odası

SUNUŞ ;

Ülkemizde genel olarak öğretim, eğitim ve istihdam sorunları zaman zaman incelenmiş, belirli ölçüde doğru çözüm önerilerine varılmıştır. Ancak bu incelemelerin gereği kadar yaygınlaşmadığı, daha derinliğe araştırmaların yapılmadığı da bir olgu. Odamız, madencilik alanmdada söz konusu araştırmaların eksikliğini bilmekte ve bu eksikliğı gidermek çabasını göstermektedir. Çabalarımız içerisinde 1976 yılında eğitim ve istihdam sorunlarımıza belirli bir yaklaşım sağlamak amacıyla, yüksek öğrenim ve üretim kurumları yetkilileriyle ortak toplantı yapma girişimimizi belirtmekte yarar görüyoruz. Fakat bu girişimimiz ilgi görmediğinden gerçekleşmemiştir. Daha sonra eğitim ve istihdam komisyonumuz yüksek öğrenim ve üretim birimlerine bilgi formları gönderip, kısıtlıda olsa yanıtları ile bilgi birikimi sağlayabilmiştir.

Bilgi birikimimizin sağladığı ölçüde «madencilik öğretimi, eğitimi ve istihdam» tebliğimizi Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 5. Kongre'mizde sunuyoruz. Madencilik alanında konu ile ilgili, çok daha detaylı dokümantasyonun sağlanması öğrenim ve üretim kurumlarının Odamız çalışmalarına ilgi göstermesi, yardımcı olması ile olanaklı olur. İleride yapacağımız çalışmalar böylelikle daha üst düzeye varmış olacaktır.

Tebliğimizde sorunlar bütünden soyutlanmadan ele alınmış ve çözüm önerilerine bu bütün içerisinde varılmıştır. Bunun böyle olması, bilimselliğin gereği oluyor. Ancak madencilik öğretimi, eğitimi ve istihdamında özel sorunların olduğuda bir olgu. Bizde bu olgunun gereği madencilik alanıyla ilgili, bilgi birikimimizin elverdiği ölçüde incelemelerde bulduk. Çalışmalarımızın sorunlarımıza çözüm arama yolunda katkılarda bulunduğu kanısındayız.

Eğitimi Nedir ? Üretimle İlişkisi

Eğitimin ikili karakteri vardır; «Olgun ve yetişkin kuşakların toplumun değer yargılarını, toplumsal bilinç formlarını genç kuşaklara aktarma, benimsetme işlevi...» " eğitimin bir üst yapı kurumu olarak tanımlanmasıdır. (Siyasal ve Hukuksal kurumlar, ahlâk, bilim, sanat, ideolojik ilişkileri, din, felsefe vb.). Bu birinci karakteridir.

İkinci karakteri ise alt yapı kurumu, olmasından ileri gelmektedir. Üretim araçları ile birlikte insan emeği maddi değerler yaratmaktadır. Söz konusu emeğin maddi değerler yaratabilmesi için ise, insanın belirli bir üretim deneyine iş ve çalışma alışkanlıklarına, bilgi ve becerilerine sahip olması gerekir. «İnsanın deneyi, iş ve çalışma alışkanlıkları bilgi ve becerileri derken aslında, bütün kapsamı ile söz konusu olan olanca çarpıcılığı ile vurgulanan eğitimidir...»² Görüldüğü gibi eğitim üretim ilişkilerine bağlıdır.

Eğitimin çok kısada olsa ikili karakterine bir yaklaşım sağladıktan sonra, maden mühendisliği eğitiminde içinde yer aldığı yüksek öğrenim anlayışı ve pratiğimizin üzerinde incelemelerde bulunmaya çalışalım.

„ Yüksek Öğrenimin Başlı Başına BİR Amaç Oluşu

«Türkiye'de yüksek öğrenim başlı başına bir amaç. eğitimin bütünü, becerili iş gücü yetiştirmenin bir aracı iken, böyle olması gerekirken, yüksek öğrenimle tamamlanan eğitim, başlı başına bir amaç haline gelmiş durumda»³. Gerçekten Türkiye'de herkes yüksek öğretim görme olanağını bu-

lamasa bile eğitim sürecine girerken benimsenen amaç yüksek öğretim oluyor. Eğitimin alt yapı olan karakterine ters düşen bir durumu ülkemizde gözlüyoruz. Eğitim üretim için olmalı, daha doğrusu insanın bilgi ve becerileri, deneyi iş ve çalışma alışkanlıkları olan eğitim üretim güçleri içerisinde yer almışken, ülkemiz eğitim politikası eğitimi üretimden soyutlama çabasında. Söz konusu çaba subjektif niyetten kaynaklanmamakta olup her olay gibi maddi şartların (üretim üşkilerinin) yansıması oluyor. Dışa bağımlı çarpık kapitalist ilişkilerin yansıması.

Genel Olarak Teknik Eleman Özel Olarak Maden Mühendisliğinde Atıl Kapasite Sorunu

«Kapitalizmin yapısında ise anarşi atıl kapasite yaratmak, yaratılan kapasiteyi kullanmamak ve zaman zaman kullanılmayacak kapasiteler yaratmak temel özellikler»⁴. Belirtilen bu özelliklerin eğitiminde özelliklerinden olduğunu şöyle kanıtlayabiliriz.

Tablo 1 — Türkiye'deki İşgücünün Meslek Yapısına Oransal Dağılımı, 1972

Meslek	Tarata Kesimi	Sanayi Kesimi	Hizmet Kesimi
Mühendisler	1,0	54,0	45,0
Tarım elemanları	22,0	11,0	67,0
Tabii bilimler	1,0	24,0	75,0
Teknisyenler	1,0	57,0	42,0
Müteşebbisler ve Sevk ve İdareciler	2,0	20,0	78,0
Sanatkârlar	4,0	54,0	42,0

(DİE, Türkiye'de toplumsal ve ekonomik gelişmenin 50 yılı, Ankara. 1973, Sayfa : 442)

Türkiye'de teknik eleman açığı olduğu yer yer yetkililerce kamu oyuna duyurulmakta. Bakıyoruz mühendislerin yarıya yakını hizmet kesiminde çalışıyor, çoğuda iş bulamıyor.

Bu işin bir yanı, diğer yanı tabloda belirtildiği gibi Türkiye de tüm mühendislerin % 45'i hizmetler kesiminde çalışıyor. Mühendislerin içinde maden mühendislerinin konumu daha da çarpıcı. Tablo - 2'de izleneceği gibi serbest ücretli ve serbest maden mühendisi sayısı bir hayli kabarık.

Tablo 2 — 31.6.1975 Tarihi İtibariyle Odamız Üyelerinin
- - Çalışma Alanlarına Göre Dağılıma

Çalışma alanları	Adeti
Devlet memuru	761
Serbest ücretli	461
Serbest	278

(Maden M. O. 21 nci dönem çalışma raporu, sayfa : 8)

«Belli bir beceri düzeyine erişmiş olduğunu kabul ettiğimiz teknik iş gücü hizmet kesimine yığılmış durumdadır. Hizmet kesiminde teknik iş gücünden istenilen ölçüde yararlanma olanakları yoktur»⁵. Burada hizmet kesimindeki teknik işgücü denilince, doğrudan üretici işlevlerin çok uzağında bulunan, işlevleri olduğunu sanan, görece olarak yüksek ücret alan gizli işsizler anlaşılmalıdır/

Kısacası bu kesim içerisinde teknik iş gücü gizli işsiz niteliğine sahiptir. Serbest maden mühendisi olan 278, serbest ücretli maden mühendisi olan 461 sayılarının belirli bir kısmı maden mühendisliği dışında işlerle uğraşmakta olup, yer yer gelir sağlayışmdan bir kaç sahada fenni nezaretçilik yapmakta veya yılda bir iki proje yapabilmektedir. Maden kanunu ve yönetmeliklerinin öngördüğü bir proje yapımı ile fenni nezaretçiliğin maden mühendisliği açısından ne derece «iş» sayılabileceği yoruma gerek kalmıyacak kadar açıktır. Kaldığı devlet memuru olarak çalışan 761 sayının yine küçümsenmeyecek bir bölümü yazarın bilimsel açıklamasına uygun gizli işsizdir. Peki bu durum neyi kanıtlamaktadır ? «Eğitim, sermayenin sınıfsal çıkarma uygun düşmekle birlikte ekonominin gereksinimlerini, son derece israf, verimsiz ve

atıl kapasiteler yaratarak karşılamaktadır. Başka bir deyişle ekonominin gereksinmelerine ekonomik bir biçimde cevap vermemektedir. Böyle bir durum, ilk bakışta çelişkili görünmektedir. Eğitimin hem sermaye ile bütünleşmesi nemde sermayenin ihtiyaçlarına ekonomik bir biçimde cevap vermemesi, çelişkili sayılabilir. Fakat aslında çelişkili olan sermayenin yapısı ve sorunlarıdır. Çünkü sermaye sınıfsal egemenliğini sürdürebilmek için atıl kapasite yaratmak, ısrıflı bir yapıya sahip olmak zorunda»⁶.

Yüksek Öğretimde Bölüm Seçimli Ve Bunun Çalışma Alanlarına Yansıması

Maden mühendisliği öğrenimini seçmek diğer bölümlerde olduğu gibi ülkemizde rastlantıya bağlı. Elbette meslektaşlarımız içinde öğreniminin belirli bir zamanında da olsa maden mühendisi olmayı amaçlayanlar olmuştur. Ancak bu durum yukarıda belirttiğimiz genelinde doğru olana etken olmaz. «Öğrencilerimizi, gençlerimizi kendilerine uygun veya başarılı olacakları, hizmet edebilecekleri meslek dallarına yönleltmiyoruz. Üniversite giriş sınavının bu sorunu çözdüğünü kabul ediyoruz. Oysa Üniversite giriş sınavını kazanmış olanların sonraki yıllarda bu sınavlara tekrar girişleri, girmek isteyişleri, bölüm fakülte değiştirmek isteyişleri gösteriyorki, bu sınav öğrenciyi başarılı olacağı, istediği alana bilimsel veya mesleki disipline yönetememektedir»⁷. Bu durum bizim mesleki öğrenim açısından çarpıcı olduğu kanısındayız. Zira mesleğimizin istihdam yöreleri açısından pek çekiciliği yok. Orta tabakalardan gelen öğrencilerin «Düzenin getirdiği mesleki ayrımlardan kaynaklanan» maden mühendisliği titrinde pek itibarları yok. Bu durumda maden mühendisliği eğitimi, sınavın belirlediği zorunlu bir seçenek özelliğini dahada belirgin korumakta.

Böyle bir meslek seçimininde, çalışma alanlarına aşağıda belirtilen nedenlerle birlikte belirli bir etkenliği oluyor.

Tablo 3'de görüleceği gibi her sene işe giren ve ayrılanların oranları birbirine yaklaşık. İş yerlerinden sürekli bir akım var. Bunun nedenlerini şöyle sıralayabiliriz :

- a) Ekonomik tatminsizlik
- b) Mesleki tatminsizlik
- c) Çalışma yöresi seçimi
- d) Meslek dışı çalışma alanına yönelim
- e) Emeklilik
- f) Sürüm ve kısımlar.

İşyerlerine odamız aracılığı ile gönderilen bilgi formları cevaplarından derlenen tablo - 3'de mesleğimiz en önemli istihdam alanlarından E.K.İ. tebliğ baskıya verilen ana kadar bilgi vermemiştir. E.K.İ. tablomuzda yer olsaydı sıraladığımız nedenlerden (f) in yeri belirli bir önem kazanacaktı. Ancak bu diğer işyerleri için (f) nedeninin önemsiz olduğu anlamına gelmemeli. Ne varki maden üretim bölgesi olarak E.K.İ. nin egemen sınıflar ve onların iktidarlarınca politik önemi çok fazla. E.K.İ. yılda 70 - 80 kişinin hayatlarını kaybettiği bir üretim bölgesi olmasına rağmen meslektaşlarımızı en doğal demokratik istemelerine karşı tecrübeli, tecrübesiz demeden toplu olarak sürmekte ve kıymaktadır.

Çalışma alanlarında akımın bir önemli medenide belirtrtiğimiz gibi ekonomik tatminsizlik. Kamu kuruluşlarında belirli süre çalışan maden mühendisleri belirli bilgi ve becerileride kazandıktan sonra olanak buldukları ölçüde özel kuruluşlarda çalışmayı yeğ tutuyor. Tablo - 4'de bilgi edinilebilen özel kuruluşların sayıları çok az olmasına rağmen, yine de şu gözlemi yapabiliriz. Yeni yıllarda maden mühendislerinin sayıları artmasına rağmen, özel kuruluşlarda çalışanlarda eski mezunlarla yeni mezunlar arasındaki sayısal farkın olmayışı dikkât çekiyor. Kamu kuruluşlarında ise daha çok yeni mezunların istihdam edilmiş olması görülüyor. Bu durum bize özel kuruluşların daha çok tecrübeli elemanları talep ettiğini, bir anlamda da kaptığını gösteriyor. Tekelci sermaye sözcülerinin belirttiği gibi «Kamu kuruluşları, özellikle K.İ.T. ler özel teşebbüse bilgi ve becerisi artmış teknik eleman kaynağıdır.»

Tablo 3 — Maden mühendislerinden işe alınan ve işten ayrılanların yıllara göre dağılımı.

Yıllar	Çinkür		Künaş		K. Bakır		Toplam		ETİ. B. Emet		ETİ. B. Seydişehir		ETİ. B. Elek. Met.		ETİ. B. Simli Kuruşun		ETİ. B. Konya Cıva		TDCİ İsdemir		TDCİ Karabük		Elekt. Et. İd. Gen. Dr.		T.K.I. GLİ. Tavşanlı		T.K.I. Orta Anadolu		Ege Müh. Bil. Fak.		M.K.E. Gen. Md.		M.T.A.		Toplam		
	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c			
1960 ve öncesi									2						1	1					5				10	4							26	44	5		
1961															2	2									8	3							5	15	5		
1962									1				1		2	2									11	5							6	20	7		
1963									3						3	3					1				12	3							8	27	6		
1964																	1								14	8							2	17	8		
1965									1		2						1	1			2				12	4							4	1	22	6	
1966										3	1				1	1	2	1			1				9	3	1						4	3	19	11	
1967									1		4	2	1					2					1		6	4	2	1					3	3	18	12	
1968					6		6		1		3	1	1		1	1	3								6	4	2	2					14	2	31	10	
1969					4	2	4	2			4	2					1	1					1		6	4	4	2	1				5	3	22	12	
1970	1				2	1	3	1	4		2	1	1	1	7	5	5	2	1		2		2		6	6	2	4	1	1	2		10	9	45	29	
1971					4		4		6		6	5	2		3	3	1		1		1	1			7	4	3	1	1				5	3	30	23	
1972					11		11		7		4	2	1		2	2	1	3					1		5	14	3	1	1					10	8	36	31
1973	3		2		7	1	12	1		1	8	1			5	2	2		5	1	1				15	7	3	5					10	5	49	22	
1974	5	3			4	10	9	13	3		4	3			2	1	2		11	3					11	7	1		2				11	3	47	17	
1975	4	1	2		15	13	21	14	2	5	1	8		1	2	2	1	3	10	3	8	1			9	10	1	2	1				22	7	57	42	
1976	2	1			4	6	6	7	7	6	1	1		1	1		1		3	6	2	3			6	3	6	1	1		1		10	14	39	35	
Toplam	15	5	4		53	33	76	38	32	21	42	26	7	3	32	25	21	13	31	13	25	5	4	1	153	93	28	19	8	1	3	155	61	538	271		

b) işe alınanların sayısı
c) işten ayrılanların sayısı
Maden M. Odasının bilgi formlarından derlenmiştir 1976.)

Eğitimin Verimli İş İle İlişkisi Ye Orta Öğretim Soran«

Yüksek öğrenimde genel olarak mühendislik eğitimi özel olarakta maden mühendisliği eğitiminin üzerinde incelemelerde bulunmaya çalışalım.

«...eğitim ile toplumsal olarak verimli iş arasındaki bağın eğitiminin her aşamasında sağlanmasını zorunlu kılar. Bu zorunluluğun sonucu ise, üretim ile tanışıklığı mümkün olan en geniş teknolojik temele oturmaktadır. Eğitimin ilk aşamalarından başlayarak üretimle ilişkilendirme, eğer geniş bir temelden hareket etmezse, kendi amacına ters sonuçlar verir.

Eğitim ile üretim arasındaki ilişkinin her aşamada kurulması sorunu gelişme eşiğindeki ülkeler için özellikle önemlidir. Çünkü bu ülkeler, hangi siyasal düzen içinde bulunurlarsa bulunsunlar teknoloji ithal etmek durumundadırlar»⁸.

Eğitim ile toplumsal olarak verimli iş arasındaki bağın eğitimin her aşamasında sağlanması nasıl olacaktır ? Ve bu amaca ulaşmak için ne tür önlemler alınmalı, hangi çözüm önerileri hayata geçirilmelidir? «... geleneksel yapısıyla mevcut orta öğretim, hem varlık bulunduğu batı kapitalist - emperyalist toplumlarında işlerliğini ve geçerliliğini kaybetmiş, hemde, az gelişmiş ülkelerde toplumsal verimliliğe bir katkı yapamadığı gibi, eğitim maliyetlerinin artmasını doyma noktasına getirmiş, bu toplumlarca taşınması güç bir ek eğitim kurumu haline dönüşmüşlerdir. Bu eğitim sistemi içinde mesleki - teknik öğretim kurumlarında daha yüksek maliyetlerde ve çağdaş teknolojinin çok çok gerilerinde toplumsal üretkenliğe bir katkıda bulunamaz bir yapıda kalmışlardır.

Tüm bu nedenler ülkemizde üretimde örgütlenmiş bir eğitim sistemini toplumsal verimlilik ve üretkenlik açısından tek seçenek haline getirmiş bulunmaktadır»⁹ Paragrafin içeriğindende anlaşılacağı üzere çözüm, anlamını yitirmiş orta öğretim yerine, politeknik okullarla olacaktır.

Elbette politeknik okullarında gerçek anlamıyla hayata

geçmesi «üretim ilişkilerinin» değişmesi ile mümkün olur. Yani sorun, işçi sınıfımızın emekçi sınıf ve tabakalarla oluşturacağı iktidarla çözümlenir.

Bu açıklamaların ışığında madencilik alanıyla ilgili bir sorunumuzu daha irdelemeye çalışalım. Madencilik alanı ile ilgili ara teknik eleman diyebileceğimiz «maden teknisyeni veya teknikeri veya maden meslek mektebi mezunu bir eleman veya Maden Başçavuş Okulunu bitirmiş veya ehliyeti evvelce tastik edilmiş bir maden başçavuşu...» (6309 sayılı maden kanunu, madde : 82) gibi teknik elemanlar sorunu vardır. Kanunda belirtildiği gibi istihdamı 'zorunlu olmalarına rağmen üretim bilimlerinin (Türkiye'de yalnız TKİ. ve Eİtibank) açtığı kursların diploma vermesi dışında bu tür teknik elemanlar sistematik olarak yetiştirilmiyor. Bize göre bu sorunda yazarın son paragrafında belirttiği öneri ile çözümlenir. Yani orta öğrenim yerine politeknik okullarla .

Türkiye'de eğitim hem ekonomi ile ilişkileri bakımından, nemde kendi yapısı içinde israfıl lüks ve talan özelliği taşımaktadır. Bu israfı önleyecek üretim ile eğitim ilişkisini sağlayacak politeknik temeli olan eğitim nedir, ne tür fonksiyonları vardır? «eğitim kuruluşlarında üretim süreciyle uyumlu işgücü yetiştirmek amaçtır. Özellikle ara teknik elemanlar bu kanaldan yetiştirilerek dayanağını bu kurumlarda bulacaktır. Ancak eğitime konu olan işgücünün yarattığı toplumsal değerler, üretime yaptığı katkılar ve diğer ölçme değerlendirme sistemleriyle başarıları değerlendirilerek yüksek politeknik okullarını ve kendi içlerinde de yatay geçirme olanakları sağlayacaktır. Bir başka anlatımla politeknikler, bir yandan toplumun gerekseme duyduğu ara teknik elemanları yetiştirir ve hayata fonksiyonel kılarken, öte yandan da, yüksek vasıflı teknik insan gücünü yetiştirecek olan yüksek öğretim kurumlarına kaynaklık eden orta öğretim düzeyindeki kurumlardır. Böyle tasarlanmış bir yüksek öğretim, yukarıda belirtilen üniversite eğitim, orta öğretim çelişkisini ortadan kaldıracağı gibi, üniversiteler öğrenimin de kendi iç çelişkisini ortadan kaldırıp üretim ile bağlanmış bir yüksek öğretimi oluşturacaktır»¹⁰

Eptimji» Teknolojimiz İle İlgisi, Buna Bağlı Olarak
Yüksek Öğrenim Kuramlarımızdaki Araştırma Eylemleri
. Sorunu.

Daha evvel belirtildiği gibi üretim ile eğitimin ilişkili olması ülkemiz gibi teknoloji ithal etmek durumunda olan ülkeler için daha fazla önemli. Teknoloji ithal etmemizin nedenlerini uzunca su*alamaya gerek olmadığını düşünüyoruz.. Ancak dışa bağımlı kapitalist ilişkilerin hakim olduğu bir yapının olduğunu belirlemenin yeterli olduğu kanısındayız. («Kapitalist toplumlarıda ikiye ayırmak mümkün. Makine üreten ve makina ithal eden ekonomiler. Makina ithal eden kapitalist toplumlar için araştırmayı metaya dönüştürmek sözkonusu değil. Çünkü bunlar makina üretmiyorlar. Çünkü makina üretmeden araştırmayı makinayla bütünleştirmek mümkün değil. Bu yüzden makina üretmeyen toplumlarda ve yalnızca bu toplumlar için araştırma eylemlerinin bir kullanım alanı bulunmuyor. Başka bir deyişle, makina üretmeyen toplumlarda yapılan araştırma eylemleri, bu ülkeler için artık değere dönüştürülemiyor»).

Ülkemiz teknolojiyi ithal ettiğine göre araştırma eylemlerinin bir kullanım alanı bulunmuyor. Ülkemizde yapılan veya ülkemiz bilim adamları, ve teknik elemanlarınca yapılan araştırmalar olsa bile yine gelişmiş kapitalist ülkelerde kullanım alanı buluyor.

Üniversitelerimizde ve diğer yüksek öğrenim kurumlarımızda araştırma eylemlerinin, ekonomimize ne getirdiğini, ne derece israf olduğunu kolayca gözleyebiliriz. Öyle ise ülkemizde böyle bir uygulamaya neden gerek görülmüştür. «... Türkiye kapitalizminin içinde bulunduğu aşamada, bilimsel araştırmayı gerektirecek hiç bir eyleme yer yok. Buna karşın sermaye kesimi, ve sermaye hükümetleri, üniversite ve yüksek okullarla yakından ilgili. Bu, doğrudan doğruya sınıfsal ve siyasal bir yaklaşım. Bütünüyle yüksek öğretim kurumlarındaki üyelerine, sermaye sınıfının siyasal bakış açısına bağlamayı amaçlıyor.

Bu yaklaşımının bir karşılığı olacak. Genel olarak akademik çevreyi, sermaye sınıfı mm bakış açısından tutmak, öy-

le platonik bağlarla sağlanacak bir iş değil. Maddi bağlar gerek. Maddi bağları, ne sermaye sınıfına ve ne de ekonominin bütününe hiç bir maddi katkısı olmayan bir takım araştırmalar yaptırmak oluşturuyor»^M. Üniversitelerimizde zaman zaman yapılan araştırmalar üretim birimlerinde kullanılma olanağı bulunduğundan, artık soyut araştırmaların yavaş yavaş geride bırakıldığı izlenimi doğabilir. Gerçeği görebilmek için biçimsellikten kaçınıp, olayları derinliğine incelemek gerekli. «İş çevreleri son zamanlarda, kendi görüşlerinin bilimsel kılıf içinde sunulmasına önem vermeye başladı. Bu yüzden akademik çevre ile organik bağlar kuruyor. Bu organik bağlar, sermayenin bakış açısını bilimsel çerçeve içinde ortaya koyan araştırmaların yapılmasına yol açar.»¹⁵ ,

Teknolojimizi kendimizin üretmesi ki bu bilindiği gibi düzen sorunu «üretim ilişkilerinin değişmesi sorunu». Böyle bile olsa belirli bir zaman aralığı içerisinde kendi teknolojinin önemli bir bölümünü kendimizin üretmesi olasılığı yok. Ancak, halkımızın ekonomik, demokratik ve politik mücadelesinden soyutlamadan hayata geçirilmesi için uğraşı verilmesi gerekli olan eğitim ile üretim arasındaki bağın sağlanmasıdır. 1917 devriminden hemen sonra Sovyetlerbirliğinde eğitimin temel ilkesi şöyle dile getiriliyor. «Her iki seksten onaltı yaşma kadar bütün gençleri, hem kuramda ve hem de uygulamada, üretimin belli başlı kollarıyla ilişkilendiren, ücretsiz, universal, mecburi, genel ve politeknik bir özellikte olması ve eğitim ile toplumsal olarak verimli iş arasında sıkı bir birliğin kurulması»¹⁶ .

Birde belirtilen durumlarla ilgili bir konu daha var. Üniversitelerimizde, maden bölümlerinde lisans üstü eğitim sorunları.

Gerek genel gerekse maden mühendisliği açısından lisans üstü eğitimin pratikte yansısı devlet memuru olurken görevli olarak farklı kademe ve derece almadan ve bazı kurumlarda titr kazanmadan öte bir yeri olmadığı açıktır.

Yüksek öğrenimimizde uygulanmakta olan sistem içerisinde bu konu ile ilgili gerekli araştırmalar yapıp çözüm

önerilerine varılabilir. Hattâ bu yapı içerisinde bile ileriye dönük çözüm önerileri hayata geçirilebilir. Ancak bilimsel olanı, sorunu bütünden ayırmayıp incelemek ve çözüm önerilerine varmaktır.

Ekonomik Yapıya Bağlı Olarak Üretimi Müfaetdislip Ve Araştırma Geliştirme Mühendisliği

Bu durum daha evvel üzerinde durduğumuz eğitim ile üretim arasında olması gereken birliğin kurulması sorunu. Bu açıklamaların ışığında ayrıca şu soru ortaya çıkıyor. Biz araştırma eylemine dönük mühendislik eğitimi yapacak mıyız ?

«...ister dış ticaretli ister dış ticaretsiz bir ekonomide ucuz üretim ve de, aynı anlama gelmek üzere, emeğin verimliliği makina kullanmakla çözüme ulaşmaktadır. Bu ister plânlı ister plânsız bugün gelişme şeiğindeki bir çok ülkenin deneyleri ile desteklenen bir gözlemdir. Bu bakımdan bugünkü ülkeleri makina üretip kullanan ülkeler ile makina üretmeyip fakat kullanan ülkeler olarak iki grupta düşünmek mümkündür.

Eğer böyle bir guruplamada kullanılabilir bir geçerlilik var ise, her iki grupta bilgi yaymada ağırlık noktaları başka başka olacak demektir. Sadece makina kullanan ülkelerde verilecek eğitimin en üst kesitte sadece üretimi mühendisleri yer almak durumundadır. Buna karşın makina yaratan ülkelerde en üst kesitte tasarlama ve geliştirme mühendisleri yer alacaktır» .

Bizim kanımızca ülkemiz eğitiminin en üst kesitinde üretim mühendislerine yer verilmesidir. Bu durum madencilik kesiminde daha da kolay gözlenebilmektedir. Sadece E.K.İ.'nin üretim bölgesi olarak halen 170 - 200 kadar maden mühendisliğine gereksinimi olması, ülkemizde madencilik kesiminde üretim mühendisliğinin önemini gösterebilmektedir.

Eğitimimizin en üst kesitinde üretim mühendislerinin yer alması gerekliliğini savunmak; teknoloji ithal edişimizi

kanıksayıp, bu durumu veri olarak alıp «mühendislerimiz sadece ithal edilen makinaları kullanmayı öğrensinler» anlamında değildir. Aksine, başından beri üretimle doğrudan ilgili üretim mühendisliği eğitimi üretim birimlerinde teknik elemanın fonksiyonel oluşunu getirir. Bu fonksiyonellik'e mevcut üretim teknolojisinin mirasçılığını yapmayı değil, geliştirme ve değiştirmeyi ve bu süreci hızlandırmayı getirir. Elbette bu durum gerçek anlamını emperyalizmle olan bağın koparılmasında ve üretim araçları mülkiyetinin toplumsallaşmasında bulur. Ancak bu süreç içerisinde, üretimle eğitimi bağlayıcı somut talepleri dile getirmek ve bu talepleri hayata geçirme uğraşını vermek gereklidir.

Bu çerçeve içerisinde, maden mühendisliği öğrenimi gören öğrencilerde önemli bir sorun haline gelen stajyerliği ele alalım. «Üretimle ilişkiyi sağlamak» amacıyla ele alınan stajyerlik anlamını başından beri yitirmiştir. Bu yapı içerisinde, nasıl olursa olsun gerçek anlamda üretim - eğitim ilişkisini sağlayamayacağı bilindiği halde, stajyerliğin belirli ölçüde olsa üretimle tanışmasını sağlamak gereklidir. Bunun için yapılması gerekenlerden şunları sıralayabiliriz.

- a) Öğrencilere istediği üretim biriminde staj yapma olanağı sağlanmalıdır,
- b) Stajyerlere en az asgari ücret verilmelidir,
- c) Araç, gereç, yatacak yer, yemek, çalışma bürosu vb. sosyal olanaklar sağlanmalıdır,
- d) Öğrencilerin taleplerinin belirleyiciliğinde, eğitim kurumları üretim kurumlarıyla birlikte bir staj programı yapmalıdırlar.

Yüksek Öğrenim Kuramları Ve Bu Kurumların Birbirleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi

Bugün üniversitelerde fakülteler arasında ilişkiler çok kısıtlıdır. Birbiriyle etkileşim program alış verişi son derece sınırlıdır. Akademik ilişkiler yok gibidir. «Bu ilişkiler zaman zaman senato toplantısına katılan hocaların birbirine hal hatır sormasından ileriye gitmez. Öğrenci alış verişi yoktur. Program etkileşimi yoktur. Üniversite dediğimiz şey aslında

da çok küçük bir ünite olarak çalışmaktadır. Kürsü ve fakültelerin bütünleştirilmesi gerekiyor. Ancak o zaman bir yüksek öğrenim bütünlüğünden söz edebiliriz. Eğer bu organik bütünlük sağlanamıyorsa üniversite, bütünlüğünden, bir yüksek öğretim bütünlüğünden hele hele birbiriğinden söz etmeye hakkımız yoktur»¹⁶.

Maden mühendisliğı öğrenimine bu açıdan bir göz atalım.. Maden mühendisliğı öğrenimi yapan yüksek öğrenim kurumlarından odamızın istediğı bilgi formlarına baktığımızda her kurumda verilen derslerin adları birbirinin aynı. Ancak aynı derslerin ders saatları biraz farklı. Biz bilgi formları dışımda hepimizin yapabileceğı bir gözlemi daha ortaya koymaya çalışalım. Maden mühendisi diploması veren İ.T.Ü., ODTÜ, H. Ü. Maden Fakülteleri genel maden mühendisi yetiştirir. Ancak hepimizin bildiğı gibi HÜ cevher hazırlama, İTÜ Maden İşletme üzerinde birbirlerine görel olarak ihtisaslaştırabilmekte. Sözkonusu edilen ihtisaslaşma eğitim ile üretim arasındaki ilişkinin olmayışından yukarıda belirttiğimiz gibi maden bölümleri arasında görelidir. Buna rağmen bu farklılık önemlidir. Üniversitenin fakülteler arasında ilişkilerin olmayışı, ayrı üniversitelerin aynı bölümleri arasında ilişkilerin hiç olmayışını getirmektedir. Her maden bölümünün birbirine görel olarak farklı bilgilerle (soyutta olsa) donatılmış maden mühendisi yetiştirmesinin bir nedeni de şu. Maden bölümünü kurmak ve geliştirmekle görevli kılınan kişi veya kişilerin ihtisas dalma göre o bölüm başından beri o niteliğı alıyor ve bu da sürüp gidiyor Ülkemiz rasyoneline göre bir koordinasyon yok. Daha doğrusu koordinasyonun olması için plânlama yok.

Üniversitenin Kuruluşu, İşleyişi Ve Gelişmesi Hakkınca Planlama Sorunlarının İncelenmesi

«..Üniversitenin kuruluşu, işleyişi, gelişmesi ve geleceğı yönelik sorunları konusunda etkili bir plânlama işlevi görülmemektedir.

..Üniversite böyle bir plânlamayı yapamaz. Ama üniversite içerisinde, belki üniversiteler arası kurullar, üniversiteler

arası kuruma bağı olarak plânlama örgütü kurulursa, gerekli veriler orada toplanırsa yeterli bir takım yetkiler sağlı-yabilirse böyle bir plânlama yapılabilir» ".

Yazar plânlamanın olması için bir öneri geliştirmiştir. Üzerinde durulması gereken bir öneri olduğu yadsınamaz. Ve plânlama için geliştirdiği öneri pragrafın içeriğinden de anlaşılacağı üzere «Özerklik» ile doğrudan ilgili. Bu işin içinde her zaman sözkonusu edilecek bir konu. Ancak özerklik konusuna ayrıca yer vereceğimiz için yine konumuza dönelim.

Birbirlerinden göreceli olarak farklı ihtisas dallarında (cevher hazırlama, kapalı işletme ve açık işletme vb.) yetişen maden mühendisleri işe girerlerken çeşitli sorunlarla karşılaşılıyorlar. Bu sorunları 2 ayrı noktadan hareketle belirleyebiliriz. Birincisi kendisi açısından. Burada söz konusu edebileceğimiz tek etken olarak maden mühendisinin mesleki açıdan tatmin olmasını ele alalım. Kendisinin okumuş olduğu derslerin yoğunluğuna göre mesleki açıdan tatmin olacağı bir iş alanı seçebilmesi büyük ölçüde olanaksız. Çünkü DPT nin yaptığı ilgili kuruluşlardan rakamlar toplayıp maden mühendisliği gereksinimi için soyut bir projeksiyon dışında ciddi bir plânlama ülkemizde yapılmıyor. İşin bir yanında daha önce belirtildiği gibi kişinin fakülte seçimi bir plân ve programa bağı olmayıp üniversiteler arası giriş sınavına bağı olması. İkincisi istihdam edilmesini istediği kurum açısından. Kurumun yöneticileri istihdam edeceği maden mühendisini alanlarına (cevher hazırlama, işletmecisi vb.) göre seçme istemi durumunda. Çalışma alanında daha çok üretici olma açısından kurumun yada yöneticilerinin bu seçme istemi haklı görülebilir. Ancak bu isteme ne somut şartlarımız nede yasalar gereği hakları yok. Böyle durumlara gerekli tepki gösterilmesi gerekli. Maden mühendislerinin demokratik mesleki örgütü olarak Odamız'da bu tepkiyi gösteriyor, gösterecektir. Çünkü sorun üretim ile eğitimin ilişkili olmayışında, fakülteler arasında ilişki olmayışında ve bu durumun yansısı bilimsel bir plânlamanın olmayışında yatıyor.

Maden mühendisi öğrenimi yapan kurumlar arasında ilişkilerin ve mühendis eğitim ve istihdamı için gerekli plânlamanın olmayışına bir örnek daha verebiliriz.

Tablo 5 — Maden Bölümü veya Fakülteleri hakkında bilgi.

Yüksek Öğretim Kurumunun Adı	Kuruluş Tarihi	AKADEMİK PERSONEL					MADEN BÖL./FAK. SINIFLARI						Maden Böl./Fak. verdiği mezun	Her yıl alınan Öğrenci Sayısı	
		Profesör	Doçent	Doktor	Asistan	Öğ. Görevlisi	Hazırlık	1. Sınıf	2. Sınıf	3. Sınıf	4. Sınıf	5. Sınıf			6. Sınıf
I.T.Ü.	1953	1	2	1	3	2	—	103	114	55	77	12	—	1054	80
O.D.T.Ü.	1961	1	2	5	4	3	40	35	20	18	14	17	—	130	70
H.Ü.	1968	—	3	4	2	1	58	39	2	4	13	10	6	26	25
Ege Ü.	1972	—	1	1	4	2	—	—	32	22	21	21	—	—	25
Zonguldak Akademisi	1975	—	—	—	—	10	—	94	—	—	—	—	—	—	94

21

(Maden M. Odası'nın. Yüksek öğrenim Kurumlarının yanıtladığı bilgi formlarından derlenmiştir.)

Maden mühendisliği öğrenimi yapan Fakülte ve Akademilerin odamıza verdiği bilgilerin ışığında hazırlanan Tablo - 5'de görüldüğü gibi Zonguldak Akademisi Maden Bölümü her sene en fazla öğrenciyi almakta (94 adet). Ancak Zonguldak Akademisi Akademik personelinden büyük bir çoğunluğu EKİ de çalışan öğretim görevlileri. Ayrıca bilgi formunda odamıza bildirdiğine göre, Zonguldak Akademisi araç, gereçleri ve sosyal tesisleri bakımından yok denecek derecede olanaksızdır.

Sırası gelmişken, 1976 yılında Zonguldak Akademisi öğrencilerinin yapmış olduğu 3 günlük boykot ile ilgili görüşlerini aktarmayı olguyu kanıtlayıcı olması açısından gerekli gördük. «Kentimizdeki Akademi, 10 yıl gecikme ile açıldı. Yetkililer Okulumuzun noksatsız bir şekilde öğrenime başladığını... kamu oyuna duyurdular.

Halâ yurt sorunumuz çözümlenmedi. Otel ve han köşelerinde yatıp kalkmaktayız... Kantinimiz yok, kalorifer yanmamakta, sağlık teşkilatı yok, kütüphanemiz yok, kitaplığıımız yok, öğretmenlerimiz yok.» (Uyanış gazetesi. **24.12.1976**)

Bilgi formumuzu yanıtlayıp iletmeyen Eskişehir Akademisi Maden Bölümü'de kanımızca Zonguldak Akademisi Maden Bölümün'den farklı değildir.

Genelinde olduğu gibi,, yeni yüksek öğrenim kurumlarının açılmasında da öğretim üyesi sorunu oldukça önemlidir.

«Yeni açılan kurumlara öğretim üyesi ve yardımcısı yetiştirme sorunumuz var. Nasıl olacak bu iş ? Çünkü öğretim üyesi olmak, öğretim işi pek çekici bir meslek olmaktan çıkıyor. Tam gün ve tam görev sistemi önceki yasaların ruhunda vardı. Fakat uygulanmıyordu. Düzeltmek istedikçe bozulduğunu görüyoruz. 4936 sayılı kanun haftada 10 saat diye sınırlamıştı. 1968 deki reform istekleri arasında bunun uygulanması vardı. 1973 de çıkan kanun bu 10 saati kaldırmıştır. Öylesine kaldırmıştı ki bugün hoca isterse dışarıda 10 saat çalışır, her gün... Yani haftada 60 saat çalışabilir. Düzeltelim derken daha kötü bir duruma getirdik!¹⁸.

Yazarın belirttiği durum neyi getiriyor ? Yine sözkonusu yazarın daha önce belirttiği «uçan - profesörlük» müessesesini. Öğretim üyeleri 3-4 müessesede ek görev alabiliyorlar ve bu ek görevlerine yetişebilmek için uçuyorlar. Sabahleyin bir kurumda dersini veriyor; biniyor uçağa ertesi gün başka yerde. .

Bu durumda şu soru akla geliyor. Yeni yeni okullar açıl-sın daha çok öğrenci okutulsun. Ama istenen - beklenen öğ-retim, bumu ? Elbette biz gençliğimizin en demokratik hakkı olan okuma istemine sahip çıkıyoruz. Ama bilim dışı öğren-im kurumlarına evet demek olanaksız.

Özerklik Ve Demokratik Üniversite Sorunları

Şimdiye kadar yaptığımız açıklama ve yer yer çözüm önerilerinin, yüksek öğrenim kurumları içerisinde çözümlenebileceklerinin çözümlenebilme gereği demokratik üniversite ve özerk üniversite sorunudurki güncelliğini can alıcı bir biçimde korumaktadır.

Özerklik sorunu yasal yada biçimsel değildir. «Dünya'-da özerk olmadığı, yani Türkiye'deki 4936 veya 1750 sayılı kanunların verdiği özerklikten yoksun olduğu halde akademik özgürlüğe sahip üniversiteler var. Buna karşılık özerk olduğu halde, akademik özgürlük ortamından yoksun üniversiteler de var. Yani özerklik, tek başına veya kendi kendine istenen özgürlük ortamını sağlayamıyor». 19 Yazarın da değindiği gibi özerkliği içerikte aramak gerekiyor.

Sözkonusu yasalar özerkliği üniversitelere tanıyor. Elbette üniversitelerimizin gerçekten özerkliğe kavuşturulması bir uğraşı gerektiriyor. Ancak ülkemizde yüksek öğrenim kurumları üniversiteler, akademiler, enstitüler ve yüksek okullar gibi ayrı ayrı statülere bağlı. Maden mühendisi öğrenim kurumlarında bu durumda. Bir kısmı özerk, bir kısmı değil, bir kısmı Millî eğitim bakanlığına bağlı.

Ülkemizde üniversitelerin özerkliği hiçe sayılarak bir çok uygulamalara tanık olunmuştur. 1945-50, 1950-60 dönemleri, 27 Mayıs sonrası 147 ler olayı, 1971 - 1973 dönemi ve gü-

nümüz. Bu durumdan şu sonuçlar çıkarılabilir : «Akademisyenler topluluğunun siyasal iktidarla iyi geçindiği dönemlerde özerklik şemsiyesine gerek duyulmamıştır. Siyasal güç üniversitede olup bitenlerden veya üniversitedeki gelişmelerden memnun değilse, özerklik veya bunu sağlayan üniversiteye yeterli bir güvence sağlayamamıştır. Çünkü çoğu zaman müdahale yapılmıştır»²⁰. Halbuki özerklik yasasına uygun olarak kurulan üniversiteler «...akademik özgürlüğü gerçekleştirmek için değilde Türkiye'nin tarihi şartlan gözönünde tutularak üniversite veya akademik kurumlar siyasi güce karşı korumak amacıyla kurulmuş»²¹.

Aslında özerklik tarihsel olarak bir burjuva hak ve özgürlüğü. 2. emperyalist savaş sonrası Türkiye'de burjuvazi etkinlik alanını genişletmek için üniversitelerin özerkliğine sahip çıkmış. Ama bu tutum uzun sürmedi. Bu burjuva hak ve özgürlüğünden emekçi sınıflar için yararlanma mücadelesi kısa zamanda kendini gösterdi ve başından beri kendi demokrasisini çiğneyen burjuvazi, üniversite özerkliğimde ayaklar altma aldı.

Özerklik kurumu gibi üniversitenin demokratikliğine de aynı şeyleri belirli ölçülerde söyleyebiliriz., Zaten birbirine bağlı kavramlar. Yalnız demokratik üniversite biçimselde olsa başından beri reddedilmiş.

Öğrencilerin, öğretim yardımcılarının ve üniversitede çalışan diğer idari ve teknik personelin yönetime katılması gerekmektedir ve bu başlı başına bir sorundur. Bu sorunun çözümü elbette Türkiye'de gelişmekte olan demokrasi mücadelesine bağlıdır. Şöylede söylenebilir; demokratik üniversite mücadelesi demokrasi mücadelesine tabidir. Ancak şu günlerde ve önümüzdeki belirli bir süre daha önemini koruyacak olan yüksek öğrenim kurumlarında can güvenliği ve derslere girebilme sorunu vardır. Bu sorun demokratik üniversite sorunu içerisinde yer alsaydı bile gündemin başında yer almaktadır.

İlerici öğrenci kesimi, öğretim üyeleri arasında can güvenliğinin sağlanmasından yana ve faşist terör eylem-

lerine karşı olan demokrat unsurlarla ve baskılara hedef olan bütün kesimlerle diyalog kurmak zorundadır. Öte yandan, üniversite içinde ve dışındaki demokrat, yurtsever devrimci örgüt ve kişilerinde, yakın geçmişin yanlış yada doğru değerlendirmelerinden kalkarak, tüm öğrenci hareketlerine karşı, uzlaşmaz ve itici bir tavır almamaları gerekir.

„ Maden mühendisleri Odası üst kuruluşumuz TMMOB ile birlikte, tüm teknik elemanların kitle örgütü TÜTEK ve diğer demokratik örgütlerle öğrencilerin yaşama, can güvenliği ve diğer demokratik haklarına sahip çıkmakta daha etkin olabilmek için elinden geleni belirli bir program çerçevesinde yapılmasını sağlamanın bilincindedir.

S o n u ç :

- -'

- Yüksek eğitim, politeknik orta eğitimden geçmiş ve herhalde belirli süre üretimin çeşitli, kesimlerinde deneyimler biriktirmiş bir temelden kaynaklanmalıdır. Madencilik kesiminde ara teknik eleman sorununa bu temel içerisinde çözüm aranmalıdır.
- Eğitimimizin en üst kesitinde üretim mühendisliğinin yer alması talep edilmeli, bu talebin gerçekleşme süreci içerisinde üretimle eğitimi bağlayıcı somut talepler hayata geçirilmeye çalışılmalıdır.
- Bilim dışı yüksek mühendis - mühendis yapay ayrımını getirilmeden veya bazı kişilere kariyer kazandırmadan öte bir anlamı olmayan Lisans üstü eğitim kaldırılmalıdır.
- Araştırma eyleminin gerçek anlamını üretim ile eğitim arasında başından beri olması gereken bağlaşmada bulacağından, üniversitelerimizde yapılmakta olan, üretimden soyut «araştırma eylemlerine» karşı çıkılmalıdır.
- Genel olarak çalışanların, özel olarak maden mühendislerinin ekonomik - demokratik talepleri hayata geçirilmeli, politik düşüncelerden dolayı sürüm ve kıyımlara son verilmelidir.

- Tüm çalışanlara ve bu kesimde yer alan maden mühendislerine grevli, toplu sözleşmeli sendikalaşma hakkı tanınmalıdır.
- Yüksek öğrenim kurumlarının açılması, geliştirilmesi, öğretim üyesi, araç, gereç, sosyal tesisler vb. sorunlar «bilimsel plânlamaya» bağlanmalıdır.
- Yüksek öğrenim kurumları ve bu kurumların bölümleri arasında organik bağ sağlanmalıdır.
- Stajyerlik statüsü yeniden ele alınmalı, tebliğ içerisinde yer alan talepler sağlanmalıdır.
- Herkese parasız yüksek öğrenim olanağı sağlanmalı, öğrencilere ekonomik, sosyal haklar tanınmalıdır.
- Yüksek öğrenim kurumlarına özerklik tanınmalıdır.
- Yüksek öğrenim kurumu demokratikleştirilmelidir. Yani öğrencilerin, öğretim yardımcılarının ve üniversitede çalışan diğer idari, teknik ve hizmet personelinin yönetime katılması sağlanmalıdır.
- Faşist saldırılara karşı öğrencilere öğrenim özgürlüğü ve can güvenliği sağlanmalıdır.

N o t l a r :

- 1 — İcen Börtüçene - Ali Kaymak : Bir eğitim sistemi taslak önerisi. Yeni Toplum, 2 Ocak 1976, s. 19.
- 2 — A.g.e.
- 3 — Yalçın Küçük : Ekonomi, Sınıflar ve Eğitim. Teksir, Ağustos 1975.
- 4 — A.g.e.
- 5 — A.g.e.
- 6 — A.g.e.
- 7 — Bozkurt Güvenç : TÜMÖD, Üniversite Sorunları Semineri Tebliği 1976.
- 8 — Yalçın Küçük : Ekonomi, Sınıflar ve Eğitim. Teksir, Ağustos 1975.
- 9 — İcen Börtüçene - Ali Kaymak : Bir Eğitim Sistemi Taslak Önerisi, Yeni Toplum 2 Ocak 1976, s. 22.
- 10 — A.g.e. s. 25.
- 11 — Yalçın Küçük : Üniversitelerin Araştırma Eylemleri, Yeni Toplum, 7 Haziran 1976, s. 12.
- 12 — Yalçın Küçük : Ekonomi, Sınıflar ve Eğitim. Teksir, Ağustos 1975.
- 13 — A.g.e.
- 14 — Yalçın Küçük : Üniversitelerin Araştırma Eylemleri. Yeni Toplum, 7 Haziran 1976, s. 15.
- 15 — Yalçın Küçük : Üniversitelerin Araştırma Eylemleri, Yeni Toplum, 7 Haziran 1976, s. 15.
- 16 — Bozkur Güvenç : TÜMÖD, Üniversite Soranları Semineri, Tebliği, 1976.
- 17 — A.g.e.
- 18 — A.g.e.
- 19 — A.g.e.
- 20 — A.g.e.
- 21 — A.g.e.

**TÜRKİYE MADENCİLİK BİLİMSEL
VE TEKNİK 5.KONGRESİ
14 18/2/1977,dısı salonu/ankara**

TÜRKİYE KÖMÜR ÜRETİM VÊ
TÜKETİM POLİTİKASININ
ELEŞTİRİSİ
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TMMOB

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

TÜRKİYE KÖMÜR ÜRETİM VE TÜKETİM
POLİTİKASININ ELEŞTİRİSİ
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI

Özet :

Çağımızda kömür, OPEC ülkelerinin 1973 yılı sonlarında ham petrole yaptıkları zamlarla, değerini daha çok artırmıştır.

Ülkemizin bilinen kömür varlığı çok sınırlıdır. Bu nedenle önce ülkemiz somut gerçeklerinden hareketle bu yarıya en uygun olan politik seçim yapılmalı ve bu politika-ya uygun olarak üretim ve tüketim plânları yönlendiril-melidir.

Odamızın görüşü, taşkömürünün demir-çelik sanayii-nin, linyit'in ise halkımızın ısınma gereksinmelerini karşı-ladıktan sonra, geriye kalan kısımlarının diğer tüketim alanlarında kullanılmasıdır.

Tebliğde, faugünkü üretim ve tüketim plânlamasının eleştirisi yapılarak, olması gerekene çözüm aranmaktadır.

I – Sunuş :

Çağımızda kömür, bilinen en önemli enerji kaynakları-n-dan biridir. Fuel-oil olarak petrolünde elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaya başlamasıyla yakıt olarak 2 nci sı-raya inmişti. Hatta bu dönemde özellikle kapitalist ülkeler-de kömür üretimleri kısıtlanmış, yer yer ocaklar kapatılma yoluna gidilmişti. Ülkemizde de fuel-oil yakan termik santraller kurulmaya başlanmıştı.

1973 yılı sonunda OPEC ülkelerinin petrole yaptıkları büyük zamlar tüm kapitalist dünyada enerji üretim politikalarını önemli ölçüde etkilemiş ve yemi düzenlemelere gidilmiştir.

Kapitalist dünyadaki petrol bunalımı Türkiye'de de kendini mutlak gösterecekti. Başlangıçta petrol zamları, bugün tüketiminin 3/4'ünü ithal eden ülkemiz için büyük bir sorundu ve bu fiat farkları, politik amaçlarla, hazineden karşılanmak yoluna gidildi. Sanayisinin büyük ölçüde dışa bağımlı olduğu ülkemiz dövizinin bu şekilde harcanması, sanayici kesimini de artık rahatsız eder olmuştur.

Ülkemiz su potansiyelinin % 90'a yakın kısmı, ilk yatırımın fazla ve süresinin uzun olduğu gerekçesi ile, su santralleri olarak değerlendirilmemekte yada bu yöndeki çalışmalar ağır bir hızla yürütülmektedir.

Sanayinin daha çok elektrik enerjisi istemi bütün ağırlığı ile kendini gösterince, hızla kömüre dayalı termik santraller kurulması yoluna gidilmiş ve bu doğrultuda çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Ülkemizde yeni yeni ortaya çıkmış olan enerji sorunu hızla, kömüre dayalı termik santraller ile çözümlenmek istenmektedir. Bu,ise ülkemiz gerçekleri ile kesinlikle bağdaşmaz. Çünkü kömür varlığımız sınırlıdır. Çünkü böyle bir plân gerçekleştirildiği takdirde bugün üşüyen halkımız yarın daha çok üşüyecektir.

En uygun kömür üretim - dağıtım - tüketim politikasının saptanabilmesi için, önce kaynak olarak varlığımız saptanmalı ve ülkemiz somut gerçekleri ile karşı karşıya getirilerek, çözüme gidilmelidir.

Genel olarak kömür şu kullanım alanlarında değerlendirilebilir :

- 1 — Elektrik enerjisi üretiminde (Termik santrallerde).
- 2 — İkincil enerji kaynağı üretiminde (Kok ve gaz üretimi).
- 3 — Genel olarak sanayi, özel olarak kimya sanayisinde (Sanayi kazanları, H. gazı ve hidrokarbon vb. kaynağı olarak).

4 — Isıtma yakıtı olarak (soba, kalorifer vb..).

Bunların herbiri de gerçekten önemli tüketim yerleridir. Ancak, aralarında gerçeklere uygun dengeli bir dağıtım yapabilme olanağımız yok. Rezerv tablolarında da görüleceği gibi, kaynaklarımız son derece sınırlı ve büyük ölçüde belirsizdir. Bu noktadan, başlangıçta şu yöntemin uygulanması gerekir. Önce politik bir seçim yapılmalı ve bu seçime uygun olarak kaynaklar yönlendirilmelidir. Burada; «kim için üretim» sorusunun yanıtı önemlidir. Sorunun yanıtı ise, halkımız için'den başkası olamaz. Çünkü, tüm kaynaklarımızın gerçek sahibi onlardır. Üretim de onlar için yapılmaktadır.

Şimdi tek tek ve öz olarak kömür kullanım alanlarını irdeliyelim.

II — Elektrik Enerjisi Yakıtı Olarak Kömür :

54 yıllık Cumhuriyet dönemimizde hemen hemen sıfırdan başlayan elektrik üretimi günümüzde 20 milyar kwh'a yaklaşmıştır. Ancak genede halkın yarıya yakın keşimi henüz bu enerjiden tam anlamı ile yoksundur. Henüz ışık götürülemediği 20 milyona yakın insanımız var ve bunlar en yoksul kırsal bölge insanlarımız. Bunun yanında ilgili Bakanlıkça yılda 1000 köyün elektriğe kavuşması plânlanmış. Yani 35 -40 yıl sonra tüm halkımız elektriğe kavuşacak!

Şimdi bu plânlamada kömürün payını irdeliyelim; Tablo - I'de elektrik enerjisi üretiminde kullanılan kömürlerin yıllara göre payları verilmiştir (% olarak).

Tablo — 1

Kömürün Cinsi	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Taşkömür	20,80	23,27	22,88	23,78	23,79	22,94
Linyit	22,23	26,24	22,10	27,51	33,93	38,51

Son 6 yıl içerisinde linyitteki iki katına yakın artışa karşın taşkömüründeki oranın değişmemesinin nedeni, taşkömürü üretiminin artırılmamasındandır. Linyitteki artış ise,

önemli ölçüde ısınmadaki payın düşmesi veya artmaması ile karşılanmıştır.

Gelecekte elektrik enerjisi üretimindeki linyit kömürünün payı artırılması planlanmıştır. Tablo 2'de, kurulu ve kurulması planlanan kömüre dayalı termik santrallerin listesi ve bazı karakteristikleri verilmiştir.

Tablo – Z

Santral Yeri	Santralin Devreye Gireceği Yıl	GÜÇ(MW)	Kömürün Isı Değeri	Gereksinmesi Yıllık Kömür (Ton)
KURULU				
Çatalağzı		43	3300	625.700
Silâhtar		134		238.800
Eshot		40	3000	208.000
Soma		44	3000	297.000
Tuñçbilek		129	2170	583.800
Seyitömer		300	1800	2,510.000
Kurulu Güç Toplamı		690		4.463.300
KURULMASI PLANLANAN				
Tuñçbilek	1977	2x150	2170	2.157.000
Seyitömer	1977	3x150	1800	3.900.000
Soma	1979	2x165	2100	1.716.000
Yatağan	1979	2x210	2100	3.120.000
Çayırhan	1979	150	3000	780.000
Kangal	1981	2x150	1300	3.600.000
Çan	1981	3x200	2650	3.532.000
Orhaneli	1981	200	2550	1.224.000
Çatalağzı	1981	150	3300	709.000
Tınaz	1983	100	3000	520.000
Bayır	1983	2x200	2650	2.346.000
Karlıova	1984	50	2060	379.000
Milas	1985	50	2300	339.000
Hüsamlar	1985	50	2300	339.000
Çayırhan	1985	150	3000	780.000
Saray	1985	100	2500	624.000
Orta	1987	100	1000	1.560.000
Gölbaşı	1987	50	1600	488.000
Demirhanh	1987	100	2000	780.000
Kurulacak Santraller Toplamı		4050		28.893.000
Genel Toplam		4740		33.356.300

Elbistan'da kurulma çalışmaları yapılan termik santral bu çizelgenin dışında tutulmuştur. Elbistan ve benzeri, kalorisı düşük kömürlerin elektrik enerjisi yakıtı olarak kullanılması ülkemiz için doğaldır. Tablo 2'nin daha yakından incelenmesinde şu gerçekler açığa çıkmaktadır :

1 — 1987 yılında devrede bulunacak olan termik santrallerin yıllık kömür gereksinmesi 33 milyon tondur. Santral ömrü 30 yıl alınır, tüm bu santraller için toplam 1 milyar ton kömüre gereksinme vardır. Oysa bilinen rezervlerden elde edilmesi beklenen satılabilir kömür miktarı bu değer altındadır.

Tablo -- 3 '
Bilinen Linyit Kaynağımız

	Yerinde	3000 K. Kal/Kg. bazına göre	4000 K. Kal/Kg. bazına göre
Elbistan	3.146.000.000	1.151.436.000	863.577.000
Diğer Bilinen Sahalar	2.014.240.000	1.991.500.000	1.493.625.000
Toplam	5.159.740.000	3.142.936.000	2.367.202.000

Not : a — Jeolojik rezervler gözönüne alınmamıştır.

b — 80 cm. kalınlığın altındaki damarlar rezerv dışı bırakılmıştır,

c — Çok değişik nitelikteki kömürler bir arada toplama girdirğinden ve bu değerler yanıltıcı olabileceğinden, ayrıca 3000 ve 4000 K. Kal/kg. bazındaki ısı değerleri de verilmiştir.

2 — Bilinen tüm büyük rezervlerimizin santral yakıtı olarak değerlendirilmesi planlanmıştır. O kadarki bugün ısınma için üretim yapılan sahalara dahi termik santral kurulması planlanmıştır. Bunun anlamı, önümüzdeki yıllarda daha az kömür ısınmaya ayrılacaktır.

3 — Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca 1992 yılına kadarki linyit gereksinmesi (Afşin - Elbistan projesi hariç), 700 milyon ton dolayında saptanmıştır. Bu gereksinme-

nin tamamının yurt içinden karşılanması halinde, Tablo 2'deki santraller tümü ile devreye girdikten 5 yıl sonra bugünkü varlığımız tükenmiş olacaktır. Ortaya çıkan açık korunç denebilecek bir atıl kapasitedir, veya bu açığın linyit dışalımını ile karşılanmasını düşünölmektedir.

III — İkincil Enerji Kaynağı Üretiminde Kömür :

Burada en önemli ürün kok'tur ve demir çelik üretimi ile yakından ilgilidir. Demir-çelik sanayiinde kömürün durumu şu şekilde özetlenebilir; Ülkemizde 1976 -1985 yılları arasındaki on yıl içinde mayi maden üretiminin 1.820.000 ton/yıl kapasiteden 11.800.000 ton/yıl kapasiteye ulaşması • planlanmıştır. Bu plana uyulması halinde, yalnız demir - çelik sanayiinin 1976'da 3.169.000 ton/yıl olan taşkömürü gereksinmesi 1985 yılında 12.206.000 ton/yıl'a ulaşacaktır. (1)

Zonguldak'da yapılan taşkömürü üretiminin 5.000.000 ton/yıl sürekli olacağı ve üretimin tümünün demir-çelik sanayiinde kullanılacağı varsayıldığında aşağıdaki Tablo-4 meydana çıkmakta (bin ton).

Tablo — 4

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Üretim	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Gereksinme	3169	3995	4096	4147	5445	5445	6907	10548	10548	12206
Fark	+ 1831	+ 1005	+904	+853	-445	-445	-1907	-5548	-5548	-7206

Yalnızca ilk dört yıldaki gereksinme fazlasının diğer yerlerde tüketildiği varsayılırsa, 1985 yılına kadarki dışalım 21.099.000 ton olarak saptanır. Oysa, bugünkü taşkömür üretimi demir - çelik sanayiinin gereksinmesini karşıladığı halde, gene de dışalım politikası uygulanmaktadır. Bunun nedeni de, zorunlu olmadığı halde, taşkömürünün, ulaştırma, elektrik santralleri, ısınma ve diğer sanayii dallarında kullanılmasıdır. Bu tüketim politikası sürdürüldüğü takdir-

de, sürekli dışalima devam edilecek ve 10 yıllık dışalım toplamı 26.706.000 ton'a ulaşacaktır (2),

Tablo 5'de taşkömürü tüketiminin sektörlere göre dağılım payları verilmiştir (% olarak).

Tablo —S

Sektör	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Demir-Çelik	44,09	41,82	44,15	44,08	45,65	47,28
Havagazı	6,08	6,46	6,46	6,37	5,41	4,89
Elekt. Sant.	20,80	23,27	22,88	23,78	23,79	22,94
Sanayi	5,03	4,06	9,39	7,65	3,97	5,51
Isınma	5,54	4,66	3,06	1,65	5,21	5,28
Ulaştırma	18,46	18,83	18,06	16,57	15,97	14,10

Burada oranların hemen hemen değişmez olması bu ürün için kapalı bir devrenin oluştuğunu kanıtlamaktadır. Yakın bir gelecekte üretim artışı söz konusu olamayacağı gibi, diğer sektörlerden bu girdiyi kesme olanağı da pek yok.

Halbuki, bu sektörler arasında demir-çelik dışında zorunlu bir tüketim yeri yoktur. Asıl dikkati çeken nokta günümüzde yaşanan yanlış politik kararların daha öncelere dayandığıdır. Bugün demir-çelik sanayiinde kömür sıkıntısı çekmemize karşılık 1960-1972 yılları arasında çok dengesiz oranlarda değişen nicelikte (4000 - 274.000 ton arasında) taş kömür dışa satılmıştır. Son dış satıştan 3 yıl sonra ise 1 milyon ton dolaylarında dışalım yapılmıştır. Her yönü ile tartışılan bir dışalım.

Eleştirilerimizi ve ileriye dönük önerilerimizi iki ana noktaya dayandırıyoruz :

1 — Taşkömürü varlığımız;

Yurdumuzun tek taşkömür havzası Zonguldak'tır. Havzanın 1976 yılı başından hesaplanan, bölgelere göre ve toplam rezervi Tablo 6'da verilmiştir (3).

Tablo — 6
(Milyon ton)

Bölge	Görünür	Muktemel	Mümkün	Toplam	Faydasız	Topuk	Faydalı
Armutçuk	36	39	—	75	25	—	50
Kozlu	13	20	190	223	42	—	181
Üzülmöz	83	46	—	129	25	39	65
Karadon	31	31	394	456	31	23	402
Amasra	21	34	61	116	12	6	98
Havza	184	170	645	999	135	68	796

796 milyon ton olarak bulunan faydalı rezervin % 30'unun üretim sırasında alınamayacağı kabul edilirse, toplam tuvenan çıkarılabilir miktar 560 milyon ton olarak saptanır. % 60 yıkama randumanı ile çıkarılabilecek miktardan 336 milyon ton satılabilir kömür elde edilebilir. Ancak, bugün havzada gerçekleştirilen üretim planlaması ile 336 milyon ton satılabilir üretim yapılabilmesi olanaksızdır. Yapılan bir araştırmada havzadaki damarlar tavan, orta ve taban damarları diye üç grupta toplanmıştır (3).

1970 -1975 yılları arasında bu gruplamaya göre rezervler sırasıyla % 24; % 24 ve % 52 olduğu halde, aynı zaman aralığında üretim yüzdeleri 16, 9 ve 75 olmuştur. Bunun anlamı, üretim kalın olan taban damarlarına yönlendirilmekte ve bağlı olarak üretim dışı büyük bir tahrip söz konusu olmaktadır. Bu üretim planlamasına göre ise 200 milyon ton dolaylarında satılabilir kömür elde edilebilir. Çok sınırlı olan taşkömür varlığımızın demir - çelik sanayii dışındaki zorunlu tüketim yerleri belli bir programlama ile giderek kaldırılmalı ve bu sanayi tek zorunlu tüketim yeri olarak bırakılmalıdır.

2 — Son 5 Yıllık satılabilir taşkömür üretimleri Tablo 7'de verilmiştir. Son yıllarda üretimde bir düşme gözlenmektedir. Bunun nedeni, planlanan üretimin gerektirdiği yatırımların yapılmamasıdır. Gerekli yatırımlar yapılmamasına karşın planlanan üretime ulaşmak istenmekte, ancak, planlanan üretim gerçekleştirilemediği gibi, üretim zorlaması katalara neden olmaktadır.

Tablo — 7
(ton)

1972	1973	1974	1975	1976
4.641.461	4.642.394	4.965.469	4.812.934	4.631.875

Tablo 4'de görüleceği gibi, demir - çelik sanayiinin gereksindiği taşkömür miktarı 1980 yılına kadar 4 milyon ton dolaylarındadır. Bu nedenle, taşkömür üretimi tümü ile bu sektöre ayrılırsa gereksinmeyi rahatlıkla karşılayabilecektir. Oysa düzensiz tüketim bunu engellemektedir.

IV — Kimya Sanayiinde Kömür :

Kimya sanayiinin hammadde gereksinmesi önceleri kömürden sağlanıyordu. Daha sonraki yıllarda ise petrole kaymıştır. 1970 yılında dünya organik kimya sanayii % 90 oranında petrol ve tabii gaza dayandırılmıştır. 1973 yılı sonunda ham petrol fiyatına yapılan zamlar, kömürün kimya sanayiinde geniş ölçüde hammadde olarak kullanılabilmesini tekrar gündeme getirmiştir.

Ülkemizde de kömüre dayalı amonyak üretiminin artırılması için planlar yapılmaktadır. Böyle bir tesisin kurulabilmesi için kömürün alt ısı değerinin 2500 K. Kal/kg. ve rezervin 40 milyon ton olması gerekmektedir. Oysa dikkati çeken nokta bu özellikleri taşıyan kaynakların tümü ile ter-

mik santrallara yöneltilmiş olmasıdır. Buna göre ülkemizde kömüre dayalı bir kimya sanayimden söz etme olanağı yoktur .Bu ise plansız sanayileşme çılgınlıklarının diğer Mr büyük açmazıdır.

V — Isınma Yakıtı Olarak Kömür :

Genel olarak karasal iklimin egemen olduğu ülkemizde, kıyılarda kalan pek az bölgelerin dışında hemen her yerin ısıtılma zorunluluğu vardır. Isıtma ise önce yaşanan barınağın yani konutun ısıtılması demek olduğundan, sorunun konut sorunu ile birlikte ele alınması gerekir.

Ne yazık ki elde tam gerçekleri yansıtan bir konut istatistik bilgisi dahi yoktur. Hemen her konuda olduğu gibi, ısınmada da, kendi kendine çözüm bulmaya bırakılmış yoksul halkımızın en ilkel malzemelerle, en ilkel biçimde yaptığı konutlar salt ısınma değil insanca yaşamının tüm gereklerinden yoksundur. Yeterli bilgilerin yokluğu nedeni ile konut sorununu konudan soyutlayarak ele almak zorundayız. Ancak bazı kabuller yapılarak sonuca yaklaşılabilir.

Şu kabullerle sonuca yaklaşılmaya çalışılmıştır :

a — Yılda 6 ay ve günde 12 saat ısıtılma yapma gereği ve buna % 6 kadar iş yerlerini ısıtma payı olarak eklenmesi,

b — Nüfus artışı % 025 olarak sabit.

c — Standart tip konut (her oturma yeri için 3000 K. Kal - saat ısı enerjisi ve 22°C ısının normal olduğu).

Sonuçta yıllık 80.000.000.000 K. kal ısı gerektiği ortaya çıkar. Bu ise 3000 K. kal/kg yakıt eşdeğeri 27 milyon ton dolayında yıllık kömür gereksinmesi demektir.

Diğer bir şekilde yıllara göre gereksinme, aynı bazdaki linyit için, şu şekilde verilebilir :

Tablo--8

Yıllar	Isınmada linyit Gereksinmesi	T.K.İ. nin Isınmaya Arz Programı
1976	26.200.000	7.865.000
1977	26.900.000	8.636.000
1978	27.500.000	8.967.000
1979	28.200.000	9.152.000
1980	28.900.000	9.258.000
1981	29.700.000	9.364.000
1982	30.400.000	9.736.000
1983	31.200.000	9.842.000
1984	32.000.000	9.948.000
1985	32.800.000	10.054.000
1986	33.600.000	10.160.000
1987	34.450.000	10.268.000

Tablo 8'in sağ tarafındaki değerler T.K.İ.'nin 1975 yılından alınmıştır. Kamu ve özel sektör toplam olarak ısınmaya verilmesi planlanan linyit miktarlarıdır.

Tablo 9'da T.K.İ. nin geçmiş yıllardaki Linyit üretimleri ile ısınmaya ayrılan paylar verilmiştir.

Tablo — B

	1970	1971	1972	1973	1974	1975
Üretim (1000 ton)	3993	4221	4786	4894	5472	6199
Isınma payı (%)	47	40	47	44	40	41

Özel sektör üretiminin ise çoğunluğu ısınmaya ayrılmıştır denebilir.

Tablo 9'un incelenmesi ile yıllık 20 milyon ton'dan başlayıp 1983'de 24 milyon tona çıkması beklenen açık, geçmiş

yıllarda da pek farklı değildi. Aradaki fark daha önce de sözü edilen petrol ,odun, tezek ve bitki artıkları ile karşılanmıştır. Odun ve tezeğin yıllara göre tüketiminde düzenli bir artış olmuştur. Burada şunu vurgulamak gerekir ki, petrol, linyit, taşkömür, odun, tezek ve bitki artıkları ile ısınan toplumda, gerçek bir ısınmadan, çok küçük bir kesim dışındada söz etme olanağı yoktur.

VI — Sonuçlar Ve Öneriler :

1 — İnsanın temel gereksinmelerinden biri olan ısınmada, ülkemizde büyük bir yetersizliğin yanında gerçek bir anarşi de vardır. Petrol, taşkömür, linyit, asfaltit, odun, tezek ve bitki artıkları kullanımını bunun belirgin kanıtıdır. Ancak bunların içerisinde ülkemiz için en uygun ısınma yakıtının linyit olduğunu söylemek gerekir.

2 — Buna karşılık sınırlı olan linyit kaynaklarının hemen tümü elektrik enerjisi üretimine yöneltilecek şekilde planlanmıştır. Bunun ise, yoksul halk tabakalarının yararına hemen hiç bir yönü olmadığı gibi, yakın bir gelecekte bu politika nedeni ile ısınmayan insanların sayısının çok daha artacağı bir gerçektir.

3 — Ülkemizde linyit ve taşkömür kaynakları son derece sınırlıdır. Bu durum aynı kaynakların son derece bilimsel ve somut gerçeklerden giderek işletilmesini ve dağıtımını zorunlu kılar. Önemli olan yoksul halk çoğunluğumuzun yararına bir seçim yapmak ve planlamaları, çalışmaları bu doğrultuda yönlendirmektir.

Bu ise linyit varlığımızın öncelikle ısınmaya yöneltilmesi, bu gereksinmenin doyurulmasından sonra, fazla üretim var ise, diğer kullanım alanlarında tüketilmesi ile gerçekleşir.

4 — Taşkömürü üretimi ise tümü ile demir - çelik sanayisine ayrılmalıdır. Geçmişten gelen yanlış politikanın önümüzdeki yıllarda da yinelenmemesi için daha gerçekçi planlama ve uygulamalara gidilmelidir.

Y a r a r l a n ı l a n K a y n a k l a r :

- 1 — İrfan Pohlivan : Türkiye Demir Çelik İstihsalinde Demir Cevheri ve Kömür Darboğazları, Demir-Çelik Simpozyumu. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 10-14 Mayıs 1976, Ankara.
- 2 — T.K.İ. Yıllık Faaliyet Raporları.
- 3 — Cemal Birön : Türkiye Koklaşan Taşkömür Rezervleri ve Kok Üretiminde teklifler, Demir-Çelik Simpozyumu. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 10-14 Mayıs 1976, Ankara.

TARTIŞMALAR

GENEL AÇIK İŞLETME YÖNTEMLERİ VE ALTERNATİF YÖNTEMLERİNİN SEÇİMİNDE MALİ VE EKONOMİK DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

Yazan : Sabahattin GAZANFER

TARTIŞMALAR :

Sadettin PEKMEZCİLER (Maden Yük. Müh., Emekli) : Dekapaj maliyetleri (TL/m³) hakkında bilgi verebilir misirna? Sabahattin GAZANFER : Biraz önce bahsettiğim gilbi açık istetmeleri çok çeşitlidir ve yöntemlerin seçiminde birçok faktör rol oynamaktadır. Bu faktörlerin belirlenmesinden önce verilebilecek herhangi bir dekapaj maliyet değeri önemli bir anlam ifade etmeyecektir. Dolayısıyla, dekapaj (m³) maliyeti hakkında bir değer verebilmek için maliyete etki eden unsurlardan, özellikle işletme yöntemi, örtü tabakasının cinsi, jeolojik ve jeoteknik yapısı, delmie ve ateşleme ihtiyacı, kullanılacak yükleme ve taşıma teçhizatının tür ve kapasitesi, örtü tabakasının taşınacağı uzaklık gibi faktörlerin tanımlanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Eğer bir değer vermek gerekirse; baskı mukavemeti 500 kg/cm² (sert marn) olan bir örtü tabakasının zemin hazırlama safhasında delici makine (9" çaplı delik delebilen) patlayıcı madde (yaklaşık 300 gr/m³ ANFO), kazı ve yükleme safhasında yükleyici ekskavatör (10 yd³ kepçe kapasiteli), taşıma ve dökme safhasında uygun sayıda damperli kamyon (05 ton'luk) kullanıldığında ve ortalama 2 000 000 m³ örtü tabakasının 2 km uzaklığa taşınması için gerekli diğer teçhi-

zat tesis ve işgücü hesaba katıldığında, bugünkü fiyatlarla dekapaj (m³) maliyeti yaklaşık olarak 20 TL olacaktır. Genellikle iş hacmi arttıkça ,iktisatta «büyüklükten doğan tasarruf» görüşüne göre maliyette bir azalma söz konusu olabilir.

Burada önemli bir hususa değinmekte yarar olacağı hanımsdayım. Yukarıda verilen değer, malî değerlendirmeye göre hesaplanan bir değerdir. Ancak açık işletmelerde dekapaj maliyetini sadece malî değerlendirmeye göre tesbit etmek yeterli olmayabilir. Özellikle kamu kuruluşlarınca işletilen açık işletmelerde dekapaj maliyetini millî ekonomi açısından da hesaplamak ve her iki analiz tekniği ile bulunacak maliyet değerlerini alternatif işletme yöntemleri için ayrı ayrı kıyaslamak daha anlamlı olacaktır. Millî ekonomiye göre dekapaj maliyetinin hesaplanmasında, birim dekapaj için hangi kaynakların (döviz, işgücü, akaryakıt, elektrik enerjisi v.s. gibi) ve ne miktarda kullanılması gerektiğinin, bu kaynakların millî ekonomi açısından kıtlık veya bolluk derecesinin ne olduğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Olca GÖKSU (aden Yük. Müh., Tüstaş) : Açık İşletme drenajı konusunda bilgi verebilir misiniz ?

Sebafaattin GAZENFER : Açık işletme drenajı konusunda önerebileceğim bir referans S.C. BREALEY'e aittir (X). S.C. BREALEY, Hindistan'daki açık işletmelerde karşılaşılan drenaj sorunuyla uzun süre ilgilenmiştir. Bilindiği gibi muson yağmurları Hindistan'da ani sel felaketlerine yol açmakta, bu arada açık işletmedeki faaliyetleri de önemli ölçüde etkilemektedir. Batı Almanya'daki linyit açık işletmelerinde drenaj faaliyetleriyle ilgili bir referans ise (2)'de verilmiştir.

Symposium on Opencast Mining, Quarrying, Alluvial Mining, London 1964.,
Published by IMM (1965).

- 1) S.C. BREALEY : «Groundwater Control in Opencast Mining» Symposium on Opencast Mi-

ning, Quarrying, Alluvial Mining, London 1964., Published by IMM (1965).

- 2) F. OERTEL : « Entwässerung des Tagebaufeldes Rauberweiher der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A.G. Schwandorf, «Braunkohle 7/8, (1973).

Erden YÜKSEL (Maden Müh., Hasaelebi Demir Tesisleri) : Batı Almanya'da kullanılan wheel excavatorlerin kapasiteleri hakkında bilgi verebilir misiniz ?

Sabahattin GAZENFER : Batı Almanya'da kullanılan döner kepçeli ekskavatörlerin kapasiteleri çok çeşitlidir. Biraz önce diyapozitif resmini gördüğünüz 200.000 m³/gün kapasiteli döner kepçeli ekskavatör tebliğde de belirtildiği gibi 1976 yılının ikinci yansında devreye girmiştir. Ekskavatörün kazı tamburu üzerinde herbiri 6 m³ hacimli 18 adet kepçe bulunmaktadır. Toplanı ağırlığı 1300 ton'dur. Ancak bu ekskavatörün kapasitesi, Batı Almanya'daki büyük açık işletmeler için bile alışılmış kapasitenin çok üzerindedir. Köln yakınındaki açık işletmelerde uzun yıllardan beri kullanılan 100.000 m³/gün kapasiteli (Fortuna - Garsdorf ocağında 6 adet) ve 60.000 m³/gün kapasiteli döner kepçeli ekskavatörler de çok büyük kapasiteli sayılmaktadır. (Bilindiği gibi Afşin - Elbistan projesiyle ilgili olarak ülkemizde kullanılacak döner kepçeli ekskavatörlerin kapasitesi de 60.000 m³/gün'dür.)

1950 yıllarında imal edilen ve bütün Batı Almanya'da halâ kullanılmakta olan döner kepçeli ekskavatörlerin kapasitesi 30.000 - 50.000 m³/gün arasında değişmektedir. Bunlara daha çok Doğu Almanya sınırına yakın Braunschweig açık işletmelerinde ve güneyde Bavyera bölgesindeki ocaklarda rastlanmaktadır.

Genel olarak döner kepçeli ekskavatörlerin kapasiteleri, bantlı konveyörlerin çok elverişli bir taşıma aracı olarak kullanılabilceğinin anlaşılmasından sonra artmıştır.

Öte yandan, özellikle Batı Almanya'daki bazı imalatçı firmalar, hidrolik sistemle çalışan döner kepçeli ekskavatörler imal

etmişlerdir. Genellikle günlük iş kapasiteleri 10.000-25.000 m³ arasında değişen bu ekskavatörler, yol ve kanal yapımı gibi inşaat işlerinde, yumuşak örtü tabakalı kalker ocaklarında ve iş hacmi fazla olmayan bazı açık işletmelerde kullanılmaktadır.

SERT ÖRTÜ TABAKALI AÇIK İŞLETMELERDE UYGULANABİLEN BEKAPAJ YÖNTEMLERİ

Yazan : Tahir PARLAK

T A R T I Ş M A L A R :

AU İhsan ÖZTÜRK (Mad. Yük. Müh., T.D.Ç.İ. Hasaңcelebi) :

- 1) Yılda ortalama 5000 saat çalışabilecek olan 10 Yd³ kepçe kapasiteli bir ekskavatör ile Seyitömer'de yılda 3300 saatlik bir program uygulanması ve bunun da 1200 saatinin yine beklemede geçmesi, dolayısıyla yılda 5000 saatlik bir potansiyelin 2000 saatte tutulması makina ve işverimi açısından kabul edilebilir sınırlar içerisinde midir ?
- 2) Yurtdışında aynı kapasiteli bir ekskavatörün yıllık çalışma saati sınırları nedir ?
- 3) Seyitömer'de 2000 saati artırma olanağı yoksa bu sistemde ısrar edilmeli midir ?

Tahir PARLAK :

- 1) G.L.İ. Müessesesine bağılı açık ocaklarda dekapaj faaliyetleri genellikle Nisan - Ekim aylarında yoğun bir şekilde sürdürülmektedir. Hava şartları ve dekapaj malzemesi daha müsait olan Soma Bölgemizde kış aylarında büyük ölçüde dekapaj yapılabilmekte ise de, dekapaj malzemesi daha killi ve yumuşak olan Seyitömer ve Tunçbilek bölgelerimizde bu pek mümkün olmamakta ve kış aylarında iş makinalarının ge-

nel bakımları yapılmaktadır. Sözü edilen Seyitömer Bölge-
mizdeki 3300 saatlik çalışma, günde 8 saatlik 2 vardiya esa-
sına göre programlanmaktadır. Kamyon - Ekskavatör kombi-
nasyonu ile günde 24 saat esaslı üzerinden çalışma (özellikle
gece vardiyası için) emniyet ve verimlilik yönünden pek uy-
gun olmadığından gece vardiyasında çalışmamaktadır.
Öte yandan, tebliğde de belirtildiği gibi, Tunçbük Bölge-
mizde Draglayn ile günde 24 saat üzerinden yılın her gününde
ve sis hariç her türlü hava şartlarında olmak üzere yılda
6000 saatin üzerinde çalışılabilmektedir.

- 2) Yurt dışında, yedek parça sorunu olmayan, işleme ve ik-
lim şartları elverişli olan ülkelerde, ekskavatör - kamyon
sistemi yılda 5000 saat civarında uygulanabilmektedir.
- 3) Seyitömer Bölge-
mizde mevcut sistemim değiştirilmesi ve
demiryolu, dragline, kinci-band sistemi gibi diğer dekapaj
yöntemlerinin uygulanması olanaklarını araştırmaktayız.
Tebliğde izah edilen çalışmalar bu gayeye dönüktür.

Aydın BİLGİN (Maden Mühendisi, O.D.T.Ü. Maden Böl.) :

- 1) Tebliğ metninde kesime mukavemeti kg/cm olarak ifade
ediliyor. Halbuki kg/cm² olarak bildirildi.
- 2) Kesme mukavemetinin «shear strength» deyimıyla ilgisi
var mıdır ?
- 3) Kullanılan ölçme cihazları moment - ölçerdir. (Torg-
nometre) Bu konuyu açıklığa kavuşturmanız dileğimle te-
şekkür ederim.
- 4) GLİ'de uygulanması düşünülen iki - dragline uygulama-
da da mükerrer dekapajı önlemek teknik açıdan olanak dışı-
mıdır? Nedenleri ?

Tahir PARLAK :

- 1) Kesme mukavemeti, döner kepçeli ekskavatörlerde, mal-
zemenin kazısı için kepçe kesici uçlarına iletilmesi gereken
kuvvet olup, genellikle kg/cm olarak ifade edilir.
Kesici uçların uzunluğu, kepçe büyüklüğüne, ekskavatörün
gücüne ve arazinin sertliğine göre farklı değerlerde olduğun-

dan, kazı direnci değerinin anlamlı olabilmesi için, kepçe kesici ucunun, birim uzunluğuna gelen kuvvet dikkate alınmakta, dolayısıyla kg/em. olarak ifade edilmektedir.

Bu değer, kg/cm^2 olarak da ifade edilmektedir. $13 \text{ kg/cm} = 1 \text{ kg/cm}^2$ civarında olmaktadır.

2) Tebliğde sözü edilen kesime mukavemeti ile kaya mekaniği terminolojisinde yer alan kesme mukavemeti «Shear Strength» arasında ilgi yoktur.

3) Kullanılan ölçü aletleri moment ölçmeanehtedir. (Şekilde 3) de gösterilen V— basma ve T— germe kuvvetlerini ölçmektedir.

4) Kalın damarlardaki uygulamada dragline'larm emniyeti ve işyeri güvenliği gibi önemli nedenlerle, kömürün göçük yapmasını önlemek için kömür diliminin yan tarafının dekapaj toprağı ile doldurulması, yani yaslamak suretiyle desteğe alınması gerekmektedir. Kömür üretimi devam ederken, yaslanan bu toprağın alınması icabettiğinden, mükerrer dekapaj teknik açıdan kaçınılmaz olmaktadır.

Sabit YILMAZ :

1) Kırıcı bandı sisteminin tatbikatında azamı kapasiteler nelerdir ?

2) Sistemi yeraltında tatbik edilebilmekte midir? Evet ise problemler nelerdir ?

Tahir PARLAK :

1) Kind-band sisteminde kapasiteyi, kincinin kapasitesi sınırlamaktadır. Bilinen en- büyük mobil kırıcı kapasitesi Avusturalya'da «Western Aluminium» İşletmesinde ve Boksit üretiminde kullanılmakta olan 1700 ton/saat kapasiteli çeneli kırıcıdır. Bu kincinin ağırlığı 530 ton olup max. 1200 mm. ebatlı malzemeyi 0 — 200 mm. eb'ada kırmaktadır.

2) Bazı dış ülkelerde, özellikle Batı Almanya ve ABiD'deki bazı yeraltı kömür işletmelerinde iri parçalı kömürler ve ara

kesmeler bandlı konveyörlerle nakledilmeden önce panzerli kırıcılarla 0 — 200 mm. eb'adına kırılmaktadır. Batı Almanya'da Walsum ve Gneisenau yeraltı işletmelerinde yapılan incelemelerde önemli bir problemle karşılaşmadığı fakat «balık» şeklindeki parçaların kırılmadan geçebildiği görülmüştür.

Mahmut Şükrü GÖK (Maden Yük. Müh.) : Maliyet mukayese değerleri bölümünde ilk yatırım maliyeti olarak verdiğiniz TL/m³, hesabını nasıl yaptınız, açıklarmışınız ?

Tahir PARLAK : Uygulamaya geçilmemiş olmakla beraber, bazı dekapaj yöntemlerinde kullanılması düşünülen açık işlemlerle teçhizatından ne netice alınacağı ve ekonomik ömrünün ne olacağı henüz bilinmediğinden, TL/m³ yatırım maliyeti bir fikir verebilmek amacı ile basit olarak, toplam ilk yatırım miktarının, yıllık depakaj miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanmıştır.

Ekrem DURUCAN (Mad. Yük. Müh., M.T.A.) : Kömür tabakalarının üzeri açıldıktan sonra kömürde patlama yapılması bir avantaj sağlar mı ? Bu mukayese acaba yapıldı mı ? Yapıldı ise sonucu açıklar mısınız ?

Tahir PARLAK : Bu, kömürün tüketim amacına göre değişmektedir.

Örneğin, Termik Santrallerde verilecek kömürün grizli, silo, dozer gibi ünitelerinde tıkanma meydana getirmemesi ve bandlı konveyörler ile kolaylıkla nakil edilebilmesi için küçük parçalı olmasında önemli yarar vardır. Bu nedenle kömürün patlayıcı madde kullanarak gevşetilmesi avantaj sağlayabilir.

Lâvvar tesislerine verilecek veya krible olarak piyasaya sevk edilecek kömürlerin ekonomik açıdan iri parçalı olması arzu edilmektedir.

Bu yüzden, ekskavatör ile üretilen kömürde, ekskavatörün kazamayacağı kadar sert olan kısımlarda patlayıcı madde kullanılmaktadır. Aksi halde, patlayıcı madde kullanılması arzu edilmemektedir.

BİLGİSAYARLAR VE MADENCİLİK

Yazan : Hüseyin AÇIKGÖZ

TARTIŞMALAR :

Eyüp ÇİÇEK (Yük. İstatistikçi, M.T.A. Ens.) :

- 1) Türkiye'deki bilgisayar uygulamaları yeterli midir ? Yeterli değil ise önerileriniz ve görüşleriniz nelerdir ?
- 2) Çoğunlukla bir çok kuruluşlar dışarıda hazırlanmış (parket) programlar olmaktadır. Bu konudaki görüşleriniz nelerdir ?
3. Bilgisayarların madencilikte diğer kullanılma alanları hakkında açıklama yapabilir misiniz ?

Hüseyin AÇIKGÖZ :

- 1) Türkiye'deki bilgisayar uygulamalarını iki sektörde inceleyebiliriz; birincisi özel sektör, ikincisi devlet sektörü. Özel sektördeki bilgisayar uygulamaları gerçekçi olarak çözümler vermektedir. Çünkü bilgisayarların pahalı bir teknoloji olduğunu özel sektör çok iyi bilmektedir ve buna göre kullanılmaktadır. Diğer taraftan herhangi bir kuruluşa gelen bilgisayarın 24 saat üzerinden 18 saat faydalı işgücü için çalıştırılması gerekmektedir. Fakat şu anda Türkiye'de bilebildiğimiz kadarıyla, bilhassa Ankara kentinde, devlet kuruluşlarında bunları görememekteyiz. Bugün bilgisayarlar ba-

zen 4 saat, bazen 8 saat çalıştırabilmektedir. Bu ise yurt ekonomisi bakımından çok zararlı bir tutumdur.

Bunun yanında önerilerim, bilgisayar sahibi olan bazı devlet kuruluşları arasında bir koordine kurularak her bilgisayarda 24 saat üzerinden mesai yapılması, bunun için diğer bilgisayar bulunmayan kuruluşlarla işbirliğine gidilerek, bu makinanın boş zamanlarından faydalanılması yurt ekonomisi bakımından daha faydalı olur kanısındayım.

2) Bilgisayar uygulaması ülkemize yeni geldiğimden, birçok kuruluşlar bazı problemlerini çözümlenemedikleri için paket programlar sipariş etmekte ve onu almaktadır. Bu paket programlar geldikten sonra, gerek birçok eleman gücü, gerek para gücü bu programın çalıştırılması için harcanmaktadır. Bu paket program yazıldığı ülkemizin şartlarına ve yazıldığı ülkedeki problemlere dönük olduğu için bizim ülkemizdeki problemlerimize uygulanmak hayli zor olmaktadır. Çoğunlukla bu paket programları alma yoluna gidilir ve onun işletilmesi için büyük çabalar, emek, mali güç harcanmaktadır. Bu nedenle bizim yeni yetişen elemanlarımızın yaratma yeteneklerini köreltmüş oluyoruz. Çünkü hazır bir şey üzerinde çalışmaya itiyoruz onları.

Halbuki programlama dileri öğreten bir çok üniversitelerimiz vardır. Bu üniversitelerimizden mezun olan bir arkadaşımızın önüne hazır programları koymak yerine, imkânları ve çözülecek problemleri versek, belki bize paket programdan daha çok faydalı olur, kanısındayım.

3) Madencilik alanında kullanılması konusunda daha geniş çalışmalarım yok, fakat problem geldikten sonra bir bilgisayarla uğraşan kişi olarak programa uygulanıp uygulanmıyacağını söylerim. Önce problemin tesbit edilmesi lazım, o probleme konulacak kıstaslar bilgisayara uygulanır veya uygulanamaz. Bunu şöyle özetleyebilirim; matematiksel modellerle ifade edilebilen herşey, bilgisayarlara uygulanabilir.

Olçay GÖKSU (Maden Yük. Müh., Tüstaş) : Bilgisayarlarla re'zerv değerlendirmeleri, Hasançelibi açık işletme sınırlarının analizi boyutlarına kadar kullanılmaktadır. Tenor eğri-

lerinin bilgisayarla çizilmesi konusunda Enstitünüzde geliştirilen programı kullanmak isteriz. Olanak var mıdır ?

Hüseyin AÇIKGÖZ : Bunu yetkililerle görüşmek gerekir.

Erden YÜKSEL (Maden Yük. Müh.) :

1) Karot randımanlarının düşük olduğu yerlere program nasıl bir kabul yapmaktadır ?

2) Tenor dağılımlarına göre çizilen kontur haritalarından rezerv hesapları çalışmaları yaptınız mı ? Yaptıysanız poligonmetoduna göre doğruluk derecesi sizce nedir ?

Hüseyin AÇIKGÖZ :

1) Program kapsamına bunları vermedik. Bu programlarda benim görevim bir bilgisayarlı olarak rezerv hesabı yapacak grubun verdiği verileri değerlendirmektir. Bunu rezerv hesabıyla uğraşan arkadaşlara sormanız daha iyidir.. Karot randımanlarının düşük olması durumu da bilgisayar programları kapsamına verilebilir.

2) Bu programı herhangi bir rezerv hesabında kullanmadım. Fakat daha önceleri Murgul - Çakmakkaya bakır yatağında uygulanmıştır.

Işık ÖZPEKER (Maden Yük. Müh., İ.T.Ü.) : İki sondaj arasında cevher tenor ve kalınlığının çizgisel (lineer) değişikliği varsayılmasından doğan hataları düzeltme olanağı bilgisayar yöntemiyle olası mıdır ?

Hüseyin AÇIKGÖZ : Program kapsamına alınarak uygulanabilir.

Sefaattin GAZENFER (Maden Yük. Müh., G.L.İ.) : Çalışmalarınızda, açık işletene sınırlarının tesbitinde (Şev açısının tayininde), jeoteknik faktörler bilgisayar uygulamasında dikkate alınıyor mu ?

Hüseyin AÇIKGÖZ' : Burda sözü geçen programda alınmıyor fakat programa gerekli ilaveler yapılarak alınabilir.

MADEN MAKİNALARI SANAYİİ ve TÜRKİYE

Yazan : Dr. Şinasi ESKİKAYA

TARTIŞMALAR :

Aliseydi TATAR (Maden Müh., E.K.İ. Armutçuk Böl.) : Bugün E.K.İ. Merkez Atölyesinde yapılmakta olan makinalar, gerek üretim artışı gerekse emniyet açısından yeterli midir ? Yeterli değil ise, yeterli hale gelebilmesi için E.K.İ. veya T.K.İ. ye bir öneriniz oldu mu? Yeterli olabilmesi için sizce bu kuruluşlar nasıl bir çalışma sistemine girmelidirler ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Bu sorunun cevabı biraz önce çok daha detaylı olarak verildi. Bildiğim kadarıyla bugünkü merkez atölyelerinin kapasitesi atölye statüsünde olmasından veya atölye denmesinden veyahut da atölye denmesini de beraberinde getirdiğinden dolayı olacak, Türkiye'nin maden makinaları ihtiyacını karşılayacak durumda değildir. Hatta T.K.İ. nin yan kurumları Zonguldak'tan malzeme talebettiği zaman, uzun zaman beklemek zorunda kalıyordur tahmin ediyorum.

Şahsî inancım şu şekildedir : Merkez atölyelerinin organizasyonunu v.s. ni değiştirmek şekliyle veya bu atölyeleri genişletmek suretiyle maden makinaları yapımı yoluna gitmek sıhhatli bir yol değildir. Bu atölyeler olduğu yerde kalmalı. E.K.İ. deki personelin önderliğinde ve onların uygun gördüğü şekil ve kapasitede, ayrı bir yerde ve tamamen bağımsız bir maden makinaları fabrikası veya sanayii kurulmalı. Böy-

le bir kuruluş yurt çapında ve ülkenin bütün ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde ve neleri yapmak gerekiyorsa onları yaparak faaliyet göstermelidir. Benim önerim şu şekildedir.

Zeynel ERGİN (Maden Yük. Müh., T.K.İ. Fen Teknik Kurulu - Üye) :

1) Tüm Üniversite ve yüksek okullarımızda maden makineleri kürsüleri var mı? Çalışmalarda işletmelerde işbirliği yapılıyor-mu?

2) Maden makineleri için ülkemizin döviz kaybı hakkında bir fikir verilebilir mi ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Bütün üniversitelerin Maden Fakültelerinde Maden Makinaları Kürsüsü olduğunu tahmin etmiyorum. Yalnız, üniversite derken maden mühendisliği eğitimi yapan bütün kuruluşları kastettim. Madencilik eğitimi yaptıran 6 kuruluş var, bunların bir kısmı çok yeni kuruldu, bir hayli eksikleri var. Daha eski olan kuruluşlardan O.D.T.Ü.'nde Maden Makinaları Kürsüsü olup olmadığı hakkında kesin birşey söyleyemeyeceğim. Ancak İ.T.Ü. Maden Fakültesinde Maden Makinaları öğretimi yeter ölçüde görülmektedir.

Ülkemizin maden makineleri ithali dolayısıyla uğradığı döviz kaybının yüksek olduğunu tahmin ediyorum. Sayısal değerleri elde etmek henüz mümkün olmadı. Yakında onun da neticelerini alacağız.

Yıldırım ÖZBAYOĞLU (Maden Yük. Müh., MTA) : Türkiye'de Maden Makinaları Sanayinin kurulabilmesi için; herşeyden önce çeşitli kuruluşların kullanmakta oldukları ve kullanacakları makina ve ekipmanların disiplin altına alınarak belli bir standarta getirilmesi ve böylece çeşitin azaltılması sizce mutlaka gerekmektedir? Görüşünüz nedir?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Maden makinelerinde veya maden makinelerinin yanısıra, makina olmamakla birlikte, madenlerde kullanılan araç ve gereçlerden istenilen büyük bir nitelik var : O da «sağlamlık» tır. Çünkü bu imalatta yapılacak hataların bedeli yeraltında çoğu defa insan kaybına yol aç-

maktadır. Bu nedenle, bir defa kalite bakımından standartlaşma şarttır. Keza boyut bakımından standartlaşma da gereklidir. Şartlar zorlamıyorsa çok değişik malzeme kullanmama yoluna gitmek lazımdır. Bunlar tabii genel fikirlerdir. Neyin nasıl kullanılacağı, hangi ebatla yapılacağı ayrıca tesbit edilmeye değer. Sonuç olarak önerilen sanayiinin mutlaka bir standart disiplini içerisine alınması gerektiğini belirtmek istiyorum.

Muammer COŞKUN (Ma|den Yük. Müh., E.K.İ. Zonguldak) : Çok karmaşık ve ileri tekniği gerektiren bazı maden makinelerini kendi imkanlarımızla sınırlı sayıda yapmanın bugün için herhangi bir yararı olurmu ?

Büyük döviz kayıplarına sebep olduğuna inandığım bu tür makineler hakkındaki düşünceleriniz nelerdir?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Efendim bu tür makineleri, zaten, teknolojisi çok ileri olan ülkeler de yapmıyor. Yani az kullanılan ve çok pahalı olan makineler, ileri teknolojiye sahip ülkelerin sadece bir ikisinde yapılmakta, oralarda da gene bir iki demir - çelik firmasının inhisarı altında bulunmaktadır. O firmalar varlıklarını, tamamen bu tip makine ve aletlerin yapımına vermişlerdir. Şimdi bizim bu gibi makine ve aletleri yapmamız bir defa çok güçtür. İmkansız kelimesini kuüanjmamak için «çok güçtür» diyorum. İkincisi hu alanda dış pazara girmek hemen hemen yok gibidir. Bununla beraber şöyle bir tutum içine girilebilir : Yapısı karmaşık ve imalatı pahalı olan bu tip makinelerin, kendi ana amortismanları dışında, bir de işletme süresince ortaya çıkardıkları masraflar vardır ki, bunlar bazen çok büyük miktarlara ulaşmaktadırlar. Mesela keskiler, paletler v.s. gibi bazı parçalar çok çabuk aşınmaktadır. Biz hiç olmazsa bu tip parçaların yapımını gerçekleştirebilir ve dışarıya akan dövizini bir ölçüde sınırlayabiliriz.

Saddettin PEKMEZCİLER (Mad. Yük. Müh., Em|eklî) : Maden Makinaları için harice yılda kaç milyon dolar veriyoruz ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : One temas etmiştim, bu husustaki bilgiler elimizde henüz mevcut değil.

Olcaý GÖKSU (Maden Yük. Müh., Tustaş Hasaeplebi) : Kurulmasını istediğiniz maden makinaları sanayii sizce öncelikle hangi makinaları yapmalıdır? Türkiye çapında düşünürsek, MAZ'da imal edilen makinalardan tüketimi en fazla olacaklar (kurulacak sanayide seri imal edilirlerse) hangileridir? Sıralayabilir misiniz ?

MAZ yönetici ve nezaretçi personelin arasında, eski meslekleri madencilik olanların oranı nedir ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Halen yapılmakta olan makinaların yapımına mutlaka devam edilmelidir. Daha başka nelerin yapılması lazım geldiği hususu ise, ülke ihtiyaçları üe yapım imkanlarını bağdaştırabilmeye bağlıdır. Burada akla gelebilecek hemen bütün maden makaralarını saymak mümkün : tulum balaMan vagonlara ve lokomotiflere, ağır yük kamyonlarından çeşitli iş ve hafriyat makinalarına kadar. Özellikle çeşitli sondaj makinaları ve ilgili donanımın yapımına geçmek bizim için çok yararlı olacaktır. Hidrolik tahkimat direkleri yapımına hemen geçebiliriz. Yürüyen tahkimat direklerinin yapımına, şu anda deneme safhasında bile başlanılmış olsa, bu bize ilerisi için büyük bir rahatlık getirir. Kesin olmamakla birlikte, dışardan aldığımız ağır maden makinaları için firmalara ödenen kâr oranlarının bir hayli yüksek olduğunu tahmin ediyorum. Yani neresinden bakılsa, döviz kaybının büyük olduğu ve bunun da önüne geçilmesi gerektiği neticesi ortaya çıkıyor.

Son sorunuza Refik Bey de cevap verebilir sanıyorum.

Ali îhsatı ÖZTÜRK (Maden Yük. Müh., T.D..İ.) : Maden iş makinalarımın bazılarının teknik olarak yurt içerisinde yapımı mümkün olmakla birlikte, iş makinaları yapmamda atölyeden fabrikaya dönüşüm için madencilik faaliyetlerinde yeteri kadar gelişim olmuş mudur? Madencilik sektöründeki gelişim, plan ve programların altında seyrettiğine göre maden makina sanayii dış pazara açık olmak durumundadır. Böyle bir pazarı mümkün görüyorsunuz?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Benim için ilginç bir soru oldu. Çünkü demin maden makinaları sanayiinin yararlarını sayarken

bir tanesini belirtmeyi unutmuştum : Bugün artık kurulacak bütün sanayileri biraz cesur olarak düşünüp dış pazarlara açılabilme açısından ele almak lazım. Eğer bağımsız bir maden makinaları sanayii kurabilirsek, bu imkansızlıklar ve bu yokluklar içinde sergide gördüğümüz makinaları yapabilen personelimiz mutlaka dış pazarlarda da —pazara girmenin bazı siyasi zorluklarının dışında— başarılı olacak, kalite bakımından dış pazarlara da girebilecek seviyede makinaların yapımını gerçekleştirebilecektir. Bu pazarlara er geç mutlaka girebileceğimize inanıyorum.

İş makinalarına gelince, madencilikte bu makinalara yaptırılan iş, diğer sektörlerde yaptırılan işlere nazaran daha fazla veya en azından onlarınki kadardır. Bu bakımdan, sadece madencilik açısından düşünülmüş olsa, iş makinalarına olan ihtiyaç bir fabrika kapasitesini kaldırabilecek durumdadır. Kaldı ki bir makinayı iki yerde birden yapmanın fazla bir yararı yoktur. Eğer iş makinaları fabrikası kurulacaksa, bunun, sağlamlığı ve kaliteyi hedef ve gaye edinmek zorunda olan maden makinaları sanayii içinde düşünülmesi daha yerinde olur. Biliyorsunuz «İş makinaları sanayii» nin kurulmasından bahsediliyor. Maden makinaları sanayii kuruluşunu kim üzerine alacak bilmiyorum. T.K.İ. Kurumu mu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı mı alır, Maden Mühendisleri Odası mı bunun peşine düşüp takipçisi olur... Mım olacaksa biran önce bu davayı benimsemeli ve iş makinalarını da, bilhassa madencilikte kullanılan kadarıyla, maden makinaları sanayii kapsamına aldırmalıdır.

Cemal BİRÖN (Profesör, İ.T.Ü. Maden Fakültesi) : Sayın Doç. Şinasi ESKİKAYA veya Refik Beyden, yapılan bir makinanın maliyeti ile dışarıdan ithal edilen aynı makina (mesela bir vinç, vantilatör) bir fark var mıdır ? Ne kadardır ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Bunu maliyet açısından ele almak lazım. Yani şöyle diyelim : Bir makina, mesela bir vinç diyeim, yurttan imal ettiğimiz zaman daha pahalı, dışardan getirttiğimiz zaman daha ucuzsa bile, bu makinayı mutlak olarak kendimiz yapıp kullanmamız gerekir. Burdaki ekonomiklik aldatıcıdır.

Ancak, yurt içinde yapılanla dışarda yapılanların maliyetleri hakkında birşey söyleyemeyeceğim.

Refik BARABASTIK: 1967 senesinde Devlet Karayollarından E.K.İ. Kozlu Üretim Bölgesine Mekanizasyon mühendisi olarak geldim. Tek zincirli konveyörlerde bir çok değişik tip vardı. Joy Konveyör, Jeffrey Konveyör, Fournier Konveyör, melez tip Jeffrey, taldUli Joy, MAZ velhasıl ince pernolu zincir, kalın pernolu zincir... Parçaları birbirlerine uymayan bir sürü tip. Çift zincirli konveyörlerde de öyle. Lünen, Beien, Wöest, Sontro'zapv MAZ. Herbirinden yeterli yedek bulundurulamaz.

Parçalar birbirlerine karışır. Dolayısıyla hem çok arıza olur nemde arıza çok uzardı. Şimdi o günleri dehşetle hatırlıyorum. Bütün çalışmalar ve gayretlerimizle tek tip konveyöre döndük M.A.Z... Şimdi yedeklerde bol ve arızada az. Bir yerde yalnız fiat ta birşey ifade etmez. Fiat hakkında da malumat vereyim. Maliyeti evvela unsurlarına ayırmak lazım.

- 1 — Direkt ve endirekt işçilik
- 2 — Direkt ve endirekt malzeme
- 3 — İşletme genel giderleri

İşletme genel giderleri, müdürlüğümüzde direkt işçiliğin 4-5 katı olmaktadır. (İşletme genel giderlerimiz T.K.İ. giderlerinden pay almaktadır.) Bu bakımdan bugünkü maliyetlerimiz yanıltıcı olabilir. Son yıllarda mamullerimizden ithalat yapılmadığı için mukayese olanağı da yok. 1974 ten evvel aklımda kalan bir maliyet var. Onu vereyim. 1973 yılında atölyelerimizde 250 adet MAZ perfaratör, adedi 5.000 TL. ya imal edilmişti. 1971 de ise Boston Pneumatic perfaratörün ithal fiatı 9.900 TL. idi.

Ender PEKDEMİR (Maden Yük. Müh., T.K.İ.) :

1) Gelişmiş ülkelerin madencilik sektörlerinde uyguladıkları teknolojiyi aynen ülkemize getirmek sizce ne derecede doğrudur ?

2) Yerel korullara en uygun olan mekanizasyonun geliştirilmesinde özellikle araştırıcı kuruluşlara, bu arada üniversitelere en büyük görev düşmektedir. Bu konuda İ.T.Ü. Maden Fakültesinin çalışmalarını ne düzeydedir, kısa bir açıklama yapar mısınız?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Sonuncu sorunuzdan başlayayım. Ülkemizde madencilik dalında araştırma kurumu maalesef yok. Ben bunu geçen kongredeki tebliğde belirtmiştim. Bunun yeri doldurulamaz. Yani madencilik sektörü ile üniversite arasında hem sektörün içine girmiş, sektörle iç içe, hem de kendisini tamamen araştırmaya hasretmiş bir kuruluşun varlığı kaçınılmazdır. Bu tip bir kuruluşun olmayışı, belirttiğiniz gibi üniversitelere büyük görevler yüklemektedir. Bununla beraber üniversitelerin asıl görevleri endüstrinin problemlerini çözme ve onu daha ileriye götürmek değildir. Üniversitenin endüstriye katkıları muhakkak ki olmalıdır. Ancak böyle bir katkının, bu işe ayırabilecekleri süre ile sınırlı olacağında şüphe yoktur.

İ.T.Ü. Maden Fakültesinin durumuna gelince, amacımız endüstri ile sıkı ilişkiler içinde bulunmaktır. Zaman ve imkanlar ölçüsünde, kapasitemiz ölçüsünde gerek endüstrinin ortaya koyduğu sorunlara yardımcı olmak, gerekse kendi açımızdan, neyin nasıl olması lazım geldiği hakkında bir fikriniz varsa onlara benimsetip o yolda çalışmalar yapmak şeklinde işkilerimiz mevcut. Fakat bu yeterli değil. Diğer kuruluş ve Fakültelerin de bu tür ilişkilerinin olduğunu tahmin ediyorum, ama bunlar yeterli değil.

Tüm. maden endüstrisinin kalkınmasını üniversitelerdeki araştırmalara veya üniversitelerin katkılarına bağılı olarak gerçekleştirmek ve endüstriyi bu yolla istenilen seviyeye getirmek bence mümkün değildir. Diğer ülkelerdeki teknolojilerin Türkiye'ye getirilmesindeki yarar konusuna gelince, bence eğer getirebilirsek iyi olur. Bu, dış pazar açısından da yararlı olur. Fakat bütün teknolojiyi birden getirmek hem teknik hem de mali bakımdan büyük sorunlar ortaya çıkarır. Ancak şunu belirtmekte yarar var : ne getireceksek yeri-

sini getirelim. Yani demode olmuş teknolojiyi getirerek burada fabrika kurmayalım. İyi bir inceleme yapalım ve yapacağımız şeyleri ileri bir teknoloji ile yapalım. Aksi takdirde, dış pazarlara girmek hususunda, diğerlerine nazaran gene geride kalırız.

Gültekin GÜNGÖR (Maden Yük. Müh., M.T.A.) •: Birbirleriyle koordinasyonu olmadan, bağlanabilecekleri bir Türk standardı bulunmadan, imalat fazlası malzemeyi ihraç etme şansı zor olan bir imalat sanayii dalının, yani maden makineleri sanayiinin müteşebbisi kim olacaktır? tik envanter çalışması için nasıl bir başlangıç yapmayı önerirsiniz?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Birbirlerine bağlantısı olmayan bir sanayii düşünülemez. Tebliğde önemle üzerinde durdum bu hususun : Türkiye'de herşey yaptırılabilir, fakat bunlar bir standarda bağlı değildir. Tek bir tulumba siparişi için özel sektöre gidiyorsunuz ve istediğiniz tulumbayı (bir ölçüye kadar) yaptırabiliyorsunuzuz. Ama bu, diğer batı ülkelerinde, yani seri imalat anlayışı ile imal edilen tulumba tipleriyle ne ölçüde bağdaşır, bunu hiçbir zaman bilemiyoruz. Bu bakımdan çeşitleri, standartları ve normları belli olmamış bir sanayii zaten düşünülemez. Böyle bir sanayii mutlak olarak bir disiplin içerisine alınmış olarak düşünmek lazımdır. Başka türlü zaten «sanayii» olmaz.

Bunun kurucusu, başlatıcısı veya takipçisi kim olur?... Bugün için belirlenmiş değildir. Bence en yakın ve gerçekçi kuruluş E.K.İ., dolayısıyla T.K.İ. Kurumudur. Çünkü idaresi altında kuvvetli potansiyel vardır, kendi bünyesindeki atölyelerde bu mafcınalar fiilen yapılabilmektedir. Şu halde bu işin, hiç olmazsa yürütücülüğünü T.K.İ. almalıdır. Ama başka bir kuruluşta çıkabilir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı çıkar, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı çıkar veya hiç kimseden ses çıkmazsa Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü çıkar... tabii memnuniyetle kabul ederiz.

Tahir PARLAK (Maden Mühendisi, **G.L.İ.**) : Sayın Dr. Şinasi ESKİKAYA'nın önerileri, sevindirici ve gurur vericidir, cek midir ?

Şu hususlar hakkında çalışmalarınız var ise bilgi rica ediyorum.

- 1) Hangi madem makinaları ne miktar imal edilmelidir? Yani hedef ne olmalıdır ?
- 2) İmal edilecek maden makinaları rantabl olacaktır mı ?
- 3) İmal edilecek maden makinalarının ihraç imkanı olacaktır mı ?

Dr. Şinasi ESKİKAYA : Efendim, bunlar çeşitli sorular ve silesiyle cevaplandırıldı. İhraç imkanı mutlaka olmalıdır ve olur kanaatindeyim. Rantabilite bence ikinci planda kalıyor. Bunu hemen belirtiyim. Rantabl olması mümkün, ama bunun o kadar önemi yok. Önemli olan bizim dışarıya ödediğimiz dövizdir. Türkiye'de her rantabl olmayan şeyi dışardan almaya kalkarsak o zaman paramız yetmez. Teşekkür ederim.

Refik KARABAŞTIK (Makine Mühendisi, Merkez Atölyeleri Zonguldak) : Ereğli Kömürleri Merkez Atölyeleri hakkında bir açıklama yapmayı arzu ediyorum. Müsaadelerinizi arz ediyorum.

Sayın Başkan, Değerli Kongre Üyeleri

Öncelikle mamullerimizi tanıtabilmek için ve bendenize bu salonda konuşma fırsatı veren Maden Mühendisleri Odası yetkililerine ve şahsınıza, Teknik Kongrenin Yürütme Kurulu Başkanı Sayın Turan DÜNDAR Bey'e teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. E.K.İ. Merkez Atölyelerinin mamullerini tanıtabilmek için kaç senedir yaptığımız uğraşta özellikle bana yardımlarını esirgemeyen Turan DÜNDAR Bey'e tekrar teşekkür ederim. Ve hemen maden makinaları sanayii ve Türkiye adlı tebliği ile Türk Maden Makine Sanayiinin kurulabilmesi için ortaya attığı temel görüşlerine şahsen ve tamamen katıldığım Dr. Şinasi ESKİKAYA'ya da teşekkürlerimi sunarım.

Yıllardır atölyelerimizi tanıtmak için yaptığımız mütavazi çabalar zannedirim bu sergiyle ve Şinasi ESKİKAYA Beyin verdiği bu tebliğ ile doruğuna erişti ve bir yerde amacına

ulaştı. Bundan böyle sizlerden göreceğimiz teşfikle çabalarımız; Türk Madencilğine, Türkiye koşullarına uygun maden makinelerinin yapımı için yoğunlaştırılacaktır. E.K.İ. Merkez Atölyeleri Müdürlüğü Türk Maden Makineleri Sana-yiinin kurulmasındaki sorumluluğunun bilincine varmıştır. Merkez atölyeleri müdürlüğü her geçen gün modern makine ve teçhizatlarla donanan ve son zamanlarda geliştirilmiş yönetim tekniklerini de uygulayan bir kuruluştur.

Sayın Başkan ve Sayın Madenci Arkadaşlarım müsaadelerinizle mamullerimiz ve çalışmalarımız hakkında biraz bilgi vermek istiyorum.

Maden makineleri denince taşların ve cövhherlerin yerinden koparılıp çıkarılmasına, nakline oradan da değerlendirilmesine kadar kullanılan tüm makineleri anlıyoruz. Standart bir sınıflama henüz yapılmamasına rağmen şu şekilde gruplandırabiliriz.

- 1 — Kesici kazıcılar
 - a) Deliciler (martopikör, martoperfaratör, kömür deliciler)
 - b) Kesiciler (portkabaç makineleri)
 - c) Kazıcılar (kömür sapanı, diskli cihaz, tırpan, v.b.)
- 2 — Konveyörler (tek zincirli, çift zincirli, lastik band, çelik band konveyörler)
- 3 — Lokomotifler (akülü, dizel, trolley)
- 4 — Vinçler (manevra, desandr, ihraç)
- 5 — Presler (demirbağ söküm ve doğrultma)
- 6 — Pompalar (pistonlu, santrafülj, dalma)
- 7 — Vantilatörler
- 8 — • Kompresörler
- 9 — Konkasörler
- 10 — Değerlendirme tesisleri (lawarlarda kullanılan çok değişik makine ve teçhizat)

Merkez atölyeleri müdürlüğü E.K.İ. de bulunan bu kadar çok çeşitli makine ve teçhizatın bir kısmını imal etmekte diğer

kısımının ise yedeklerini imal etmektedir. Mamullerimizi sayarak vaktinizi almak istemiyorum. 50 ye hatta 100'e yakın çok çeşitli makine ve teçhizatı imal etmekteyiz.

Bunların bir kısmını seri olarak, bir kısmının yedeklerini seri olarak ayrıca bazı makine ve teçhizatında arıza anında ve dışarıdan temin edilemediği durumlarda tamiratını ve proje tipi imalatını gerçekleştirmekteyiz. (Hemen burada bir şey söyleyeyim. Bu kadar çok çeşitli maden makinesinin imalatını gerçekleştiren bu kuruluşa atölye diyorlar).

E.K.İ. Merkez Atölyeleri Müdürlüğünde :

1975 yılında 2966 iş emri gerçekleştirilmiş (1082 si seri imalat)

1976 yılında ise toplam 3150 iş emri (1210'u seri imalat) gerçekleştirilmiştir.

Her bir iş emrinde yapılan parça sayısı ise 1 den 180.000'e kadar değişen sayılardadır. Bir lüks otomobilde 1200 değişik parça olduğu düşünüldüğünde 1210'u seri olmak üzere toplam 3150'ye varan değişik parça sayısının ne anlama geldiği pek kolay anlaşılır. Bilemiyorum dünyada bu kadar değişik parça imal eden kaç müessese vardır. Üstelik her parçanın dökmünden taşlanmasına kadar ve gerekirse kaplanmasına kadar imalatın tüm operasyonları atölyelerimizde gerçekleşmektedir.

Sergimize yüze yaklaşan komple mamulümüzden ancak 14 ünü getirebildik. Tetkik ettiğinizde bu mamullerin çoğunun yurt dışından tedarik edildiğini çok rahat tesbit edeceksiniz. Yapılacak bir organizasyon ile üretimin düzenli olarak seri imalat tekniklerine uygun şekilde yürütülmesi sağlanırsa maden makineleri teçhizatlarının tamamı değilse bile beUi başlı makineleri büyük ölçüde yapılabilir. Ve maden makineleri sanayii Zonguldak'ta pekala kurulabilir.

Yalnız hakikaten Türk Madenciliği hangi makinelere ihtiyaç gösteriyor ? Hangi makineleri ne miktarda kim yapacak ? Evvela bunun saptanması lazım (T.K.İ. Garp Linyitleri İşletmesi reidüktör yapar fakat konveyör oluşunu atölyelerimizden alır.) Son zamanlarda Türkiye Kömürleri İşletmesi Ku-

rumu, E.K.İ. Merkez Atölyelerinin seri imalata dönük çalışmasını özellikle T.K.İ. Kuruluşları başta olmak üzere diğer madencilik işletmelerinin de ihtiyaçlarının giderilmesi için bir organizasyon istemektedir. Merkez Atölyeleri Müdürlüğü de tüm maden işletmelerinin taleplerini karşılayacak yeni organizasyon hazırlıklarına başlamış durumdadır. Pek yakında standart maden makinelerini MAZ'da bulabileceğiz. Dışa bağımlılığımız, maden makineleri sanayiinde geniş ölçüde azalacaktır. Bu bakımdan çok sevinçliyim. Çok umutluyum. Nihayet bir ışık yandı. Zayıfta olsa titrete de olsa nihayet bir ışık yandı.

Türk Maden Makineleri Sanayii için, bağımsızlık uğraşında nihayet zayıfta olsa, titrete te olsa bir ışık yandı.

Bu ışık yakında kuvvetlenecek, birkaç tane olacak, mamullerimizle tüm maden kuruluşlarına sıçrayacak ve aydınlığa kavuşacağız.

Kongrenin memleketimize hayırlı olmasını diler, saygılar sunarım.

Oturum Başkanı Doç. Dr. Sadrettin ALP AN : Dr. Şinasi ES-KİKAYA'ya bu ilginç konuşması ve cevaplarından dolayı teşekkür ederiz. Konunun önemi çok açık, sual yağmuruna tutulmasından belli. Hakikaten çok önemli bir konuya temas ettiler. Ben de görüşlerimi bir iki cümle ile ifade etmek isterim.

Hakikaten maden makineleri sanayiine eğilmemiz lazımdır. Gerek döviz tasarrufu bakımından, gerek -zaman kazanma bakımından, gerek iş sahası açması bakımından. Bence maliyeti ve satış imkanlarını da şu anda düşünmemek lazım. Evvela ihtiyacımızı düşünmemiz lazım. En basitinden başlayarak bilhassa en çok kullanılan makineler, sondaj makineleri ve diğer bütün maden makinelerinden başlamamız lazım. Bunun sahibi bütün kuruluşlardır. Onların ihtiyaçlarını "tesbit ederek, şöyle bir maden makineleri sanayiinin kurulması içinde belki en büyük görev Devlet Planlama Teşkilatına düşmektedir. Devlet Planlama Teşkilatı ve bütün kuruluşların ihtiyaçlarını tesbit ettikten sonra onlarla temas kurarak böyle bir sanayiinin kurulmasına önderlik yapabilir kanaatindeyim.

MN CEVHERLERİNİN YÜKSEK ALAN ŞİDDETLİ MANYETİK AYIRMA İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Yazan : Gündüz ATEŞOK

TARTIŞMALAR :

Assoc. Prof. Dr. Zeki DOĞAN : Yazarı önce tebrik ederim.

- 1) 6. sayfada «mikroskop çalışmalarında manganez mineral-
lerinin tane serbestleşme etüdüleri yapılamadığı için» de-
nilmektedir. Acaba neden yapılamamıştır ?
- 2) Gravite ve flotasyon gibi yöntemler denenmiş midir?

Karşılaştırma yönünden faydalı olurdu kanısındayım.

Gündüz ATEŞOK : Manganez cevherlerinde uygulanan tane serbestleşme etüdüleri diğer cevherlerden farklı olarak yapılmak zorundadır. Zira memleketimizin sahip bulunduğu manganez yataklarında mevcut bulunan mangan minerallerinin büyük bir kısmı Psilomelan, Piroluzit ve Manganit'tir. Bu mineraller ise genellikle toprağımsı görünüşte ve amorf yapılıdır. Ancak bazı bölgelerde mevcut Piroluzit minerali krip* to - kristalen olup, tane etüdüne elverişlidir. Erzincan bölgesindeki yatakta esas mineral Psilomelan olduğu için liberasyon etüdüleri gang mineralleri olan barit ve kuvars üzerinden yapılmıştır.

Gravite ve flotasyon yöntemleri yaptığım çalışmalar düzeyinde henüz manganez cevherlerine uygulama safhasındadır. Şu anda bir değerlendirme yapmak durumunda değilim.

Bölgenin de durumunu düşünerek kuru ortam zenginleştirmesini hedef aldım. Çevrenin su potansiyelinin zayıf olması beni kuru sistemle çalışan yüksek alan şiddetli manyetik ayırma yöntemine itmiştir. Zaten söz konusu bölgedeki manganez cevherinin gang minerallerinin belli başlısı Barit'tir. Barit'in yoğunluğunun manganez mineralleri yoğunluğuna hemen hemen eşit olması dolayısıyla, bu cevherin Saym Assoc. Prof. Dr. Zeki DOĞAN tarafından önerilen kuru yöntemlerle çalışan gravite zenginleştirme olanaklarını engellemekte ve olanaksız bir hale sokmaktadır. Kanımca gravite esasına dayanarak çalıştırılan kuru sistem tabla v.s.'lerin endüstriyel uygulamaları çok kısıtlı olmakla beraber, kullanılma şartları da çok zordur.

Özer AYIŞKAN (Maden Y. Müh., MTA) : Sayın konuşmacıyı kıymetli araştırmalarından dolayı tebrik ederim. Sorum araştırmanın endüstriyel tatbikat imkânı ile alâkalı :

Acaba yatağın reverz durumu ve kullanılacak manyetik separatörlerin kapasiteleri gözönünde tutulduğunda böyle bir tesis kurulabilir mi? Kurulması düşünülürse alım sırasında en az kaç manyetik separator öngörülmelidir?

Gündüz ATEŞOK : Yatağın 90.000 ton'luk görünür ve henüz tespit, edilmeyen muhtemel rezervleri ile kullanılacak yüksek alan şiddetli manyetik separatörlerin kapasiteleri göz önünde tutulursa, bir manyetik ayırma tesisinin kurulması olağandır. Tarafımdan düşünülen ve dizayn edilen tesis akım şemasına göre, tesiste 3 tane manyetik ayırıcı gereklidir. Her üç manyetik ayırıcı ayrı ayrı boyut aralıklarında bulunan malzeme ile beslenecektir. Bir manyetik ayırıcının fiyatını ortalama 1 Milyon TL. kabul edecek olursak, 3 ayırıcı için tesis 3 Milyon TL. ödiyecek demektir. Tesiste Kırma - Eleme ekipmanları ilk yatırım masrafları olarak pek fazla bir yekûn tutmamaktadır. İlk yatırım masraflarının tüm ağırlığı manyetik ayırıcılardadır. Ancak ilk yatırım giderlerinin fazla olmasına rağmen, daha sonra tesiste elde edilecek konsantrenin ton başına maliyeti çok cüzdür.

Maliyetler üzerinde bazı rakamlar vermek istiyorum. 1972 yılı rakamları göz önüne alındığında, 120 ton/saat kapasiteli bir Jones Manyetik Ayırıcısı kullanıldığında, yatırım ve işletme maliyeti konsantre tonu başına 4 TL. olmaktadır. Kapasite azaldıkça maliyet artmakta ve 6 ton/saat kapasiteli manyetik ayırimda .konsantre ton maliyeti 9 TL.'ye yükselmektedir.

İrfan BAYRAKTAR (Maden Yük. Müh. H.Ü.) : Laboratuvarımızda, aynı işi gören fakat değişik tipte manyetik separatorler bulunması nedeniyle, cihaza ait Amper ve Volt değerleri başka bir tip cihaz için geçerli olmamaktadır.

Bildirideki manyetik alan şiddetine özgü verilerin, bir bakıma standartlaştırılması açısından, manyetik alan şiddeti birimi Gauss cinsinden verilmesini rica edeceğim.

Bildiride çok değişik Amper ve Voltajla kullanıldığından, bu değerlerin kaç Gauss'a eşdeğer olduğunu şimdi vermenin olanaksız olduğunu kabul ediyorum. Mümkünse, kongre sonrası basılacak kitaba, alan şiddetlerinin Gauss olarak girilmesinde yarar görmekteyim. Bu konuda, yazarın anlayış göstereceğini umuyorum.

Teşekkürler.

Gündüz ATEŞOK : Tebliğimdeki manyetik alan şiddetine özgü verilerin (Amper ve Volt değerleri) standartlaştırılma açısından, manyetik alan şiddeti birimi olan Gauss cinsinden verilmesi tarafımdan da olumlu karşılanmıştır.

Ancak Laboratuvarımızda bir gausmetrenin bulunmaması, bu istemi yerine getirmeme neden teşkil etmiştir. Hesaben Amper veya Volt değerlerinden Gauss değerlerine geçmek hatalı olacağından ve hata oranını artıracığından, bu matematiksel yol da tarafımdan geçerli sayılmamıştır.

Teşekkür ederim.

KARADENİZ BAKIR İŞLETMELERİ ÇAKMAKKAYA
KONSANTRATÖRÜNDE FLOKÜLASYONLA BERRAK
SU ELDE EDİLMESİ

Yazanlar : Assoc. Prof. Baki YARAR
Assoc. Prof. Zeki DOĞAN

TARTIŞMALAR :

Assoc. Prof. Tacettin ATAMAN (O.D.T.Ü. Maden Bölümü)
Acaba dere yatağından 40 - 50 m. uzaklıkta kuyular açarak
berrak su elde etme olanağı var mıdır ?

Doç. Dr. Baki YARAR : Buna flokülasyoncular karışmaz. Bu
yüzden incelememiz bahis konusu olamazdı.

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Biz temiz su sağlaya-
cakken Enes çayının yatağının 40 - 50 metre uzağına mun-
tazaman kuyular kazdık ve oradan oldukça berrak su elde
edtik. Şimdi burada kademeli olarak izlediğimiz, böyle bir
su, az flokülan madde sarfedilecek kadar berrak. Mutlak
berrak değil, buyurduğunuz gibi bulanıklıkta değildir. O
bakımdan belki kuyulardan alınan suyu böyle bir işleme
tabi tutarak maliyet ucuzlatılabilir. Benim sorumun amacı
buydu. Teşekkür ederim.

Ahmet SÖNMEZ (İnşaat ve Mad. Yük. Müh., MTA) : Çalı-
şmalarından dolayı Sayın konuşmacıyı tebrik ederim. Su-
yum bulanıklığını tarif ederken saf su su % 0 bulanık kabul
edilmiştir. Acaba % 100 bulanıklık olarak neyi kabul etmiş-
lerdir.

Doç. Dr. Baki YARAR : Işık geçirmeme durumu % 100 bulanıklığa eşittir. Bu durumda siyah bir kâğıt, ışık kaynağının önüne konulduğunda okunan transmittans değeri % 100 bulanıklığa tekabül eder.

Gülhan ÖZBAYOĞLU (Maden Yük. Müh., O.D.T.Ü.) : Sizin çalışmanızdan önce :

- 1) Tesisteki artık tükine herhangibir flokülân ilave ediliyormuydu ? Ediliyorsa cinsi nedir ?
- 2) Deneyde, temsili örnek olarak litrede 200 gram katı içeren örnekler kullanılmıştır. Değişik katı oranları ayrıca denenmiş midir ?

Doç. Dr. Baki YARAR : Artık tükilerine herhangi bir flokülân ilave edilmiyordu.

İkinci sorunuza gelince; bu çalışma anında biz tesiste mevcut şartları benzetmeye çabaladık. Yani sorun, tesiste geçerli olan şartlarda berrak su elde edilmesi idi. Yoksa, flokülânların genel etki mekanizmalarıyla ilgili bir genellemeye gitmeye yönelik değildi. Bu bakımdan hazırlanan katı : sıvı oramı litrede 200 gram katı şeklinde idi.

Erdoğan PEKENÇ (Dr. Müh., Eczacıbaşı Seramik Fab.) :

Anyonik flokülânların tesirsiz kalmasının nedeni sizce ne olabilir ? Düşünceme göre ortamın pH sınır bazik olması kaolin mineralinin negatif olarak yüklenmesine yol açmakta ve anyonik grupların adsorpsiyonuna imkân vermemektedir. Bunun ışığı altında acaba, çeşitli pH değerlerinde (4-10) sedimentasyon hızlarına bakılması ve çeşitli flokülânların (katyonik, anyonik, iyonsuz) bu şartlar altında denenmesi bir yarar sağlar mı ?

Doç. Dr. Baki YARAR : Teşekkür ederim. Gerçekten pH'm adsorplanma üzerindeki fikrinize beinde katılıyorum. Anyon tipi flokülânların aktif grubu karboksil grubudur. Dolayısıyla bu grubu taşıyan molekülün potansiyel enerji bariyerini aşarak katı üzerine adsorplanmasını beklememek gerekir. O bakımdan gözleminize katılıyorum. pH, 4 ila 10 arasında yapılacak inceleme hakkındaki düşüncemi arzedeğim :

Bildiğiniz gibi pH 6.5 um altında gözlem yapmak mümkün olmakla beraber, çözülmesine çalışılan probleme pratik yardımcı olmazdı. Çünkü pH, 7 den itibaren bazik yapılmakta, yeniden flotasyon aşamasında pH, orijinal değerine düşürülmektedir.

Flokülan seçimine gelince; tabiiyle, belirttiğiniz pH-flokülan kombinasyonları incelenebilir. Ama arzettiğim gibi, elimizdeki flokülanların etki mekanizmalarını biliyoruz ve bu bilginin ışığında, elimizdeki bulanık suyu en kısa yoldan nasıl berraklaştırırız sorusuna cevap aramak söz konusu. Bu yüzden, mevcut bilgilerimizi uygulamaya koyduk ve şansımız varmış diyelim, varsayımlarımız doğru çıktı.

Zekerîya ERCAN (Mad. Müh., T.D.Ç.İ.) :

- 1) Bu yöntem tesiste tatbik edilmekte midir ?
- 2) 3 otojen normal çalıştığında tikner yüzeyi yeterli midir ?

Doç. Dr. Baki YARAR : Sorunuzu eğer Karadeniz Bakırları'nda çalışan bir arkadaşımız varsa cevaplandırmak üzere ona yöneltmeyi tercih ederim; uygun görürse Sayın Başkan. Şu anda ne yaptıklarımı gerçekten bilmiyorum, geçen yaz yaptık bu çalışmayı.

Bununla beraber ortamda kireç kullanıldığı için herhangi bir şekilde ortamdaki kireç fazlaştırılırsa, pH'nın yükseleceği tabiidir, dolayısıyla o şartıda gözönünde bulundurup önceden denemeyi yapmış olmamız yerinde bir davranıştır.

Murat YAPÇA (Mad. Yük. Müh.) : Bir noktayı belirtmek istiyorum. pH'nın 7 ila 11 arasında incelenmesi gerektiğini söylediniz. Aslında 6,7 ila 7,5 arasında incelenmesi gerekiyor. Sebebine gelince artık tiknerinden pH hiç bir zaman 7,5 u geçmiyor. 7,5 un üstüne çıktığı hallerde 4-5 tane daha tikner var. Bunların suları doğru havuza gidiyor.

Doç. Dr. Baki YARAR : Murat Bey haklı olabilirler. Ama arzettiğim gibi pH m yükseldiği halleri gözönünden uzak tutmamak gerekir.

Gündüz ATEŞOK (Maden yük. Müh. Asistan, İ.T.Ü.) : Günde 4000 ton cevher işleyebilecek kapasiteli bir tesiste (endüstriyel uygulamada) ne gibi güçlükler çıkabilir. Acaba araştırılmış mıdır?

Doç. Dr. Baki YARAR : Tabii. Flokülanlarla en iyi sonuçlar aşağıdaki faktörlerin gözönünde tutulmasını gerektirir :

- a) Flokülanın molekül ağırlığı,
- b) İyon karakteri,
- c) Sisteme ilave şekli, başka bir deyişle, besleme rejimi,
- d) Karıştırma hızı,
- e) Flokülan dozu, yani birim ağırlıktaki katı miktarı için ilave edilecek flokülan miktarı, ve de
- f) Tesiste işlenen cevherin karakteri yani sülfür minerali gibi az çözünen veya boraks gibi çok çözünen cinsten olup olmadığı şu anda aklıma gelen ve dizayn esnasında gözönünde tutulan faktörler.

Bu bilgiler zaten standart tablolar halinde mevcuttur ve gözönünde tutulmaları ile güçlükler önlenmiş olur.

trfaî BAYRAKTAR (Mad. Yük. Müh., Hacettepe Üniv.) : Önce, flokülyasyon tarihinin çok eski olmasına karşın yazarlar tarafından madencilik kongresinde ilk kez tartışmaya açılmasından dolayı sevinç duymaktayım, kutlarım. Flokülanların flotasyona etkilerini saptamak için yapılan deneylerde balk flotasyon girişinden alınan örneklerdeki sülfür mineralleri daha önce toplayıcılarla kondüsyonlanmış olduğundan üzerine toplayıcı molekülleri absorbe olmuşlardır. Dolayısıyla sülfür minerallerine iyonsuz polimerin adsorbe olma olasılığı azalmış olmuyor mu ? Artık tıMnerinden elde edilen su, otojenlere verileceğinden flokülanların etkisi otojenlere beslenen taze cevherden alınan örnekler üzerinde incelenseydi sonuçlar daha güvenilir olmaz mıydı ?

Doç. Dr. Baki YARAR : Teşekkür ederim sualiniz için. Bu soruya iki yönden cevap vermek mümkün. Bir yaptığımız işlem açısından, ilki flokülanların etki mekanizması, oradaki işleyişi yönünden. Biz deney için numunemizi —65

meşteki aşamada aldık ve buna balk girişi dedik. O aşamada bir reaktif verilmesi konusu mevzubahis değildi. Daha evvelki çalışmacı arkadaşım Sayın Avni YAZAN'ın raporunu incelemiştim. Gerçekten Sayın Avni YAZAN o aşamada reaktif kullanılmasını söylediğini, reaktiflerin şu anda ilave edilmekte olan aşamadan daha da öne alınmasını önermişti.

Fakat denemelerimizi yaptığımız devrede böyle bir uygulama yoktu. O yüzden çalışmalarımızın sonuçlarını kollektör ile muamele görmemiş numune üzerinde mütalaa etmek gerekir. Burada bahis konusu olan iki kimyasal maddedir. Birincisi ksantat, ötekisi $-NH_2$ grupları kanalıyla adsorplanan iyonsuz poliakrilamid. Ksantat yalnız sülfür mineralleri üzerinde etkindir, sistemde mevcut olan silikat mineralleri üzerine adsorplanması bu flotasyon sisteminde beklenmez. Öte yandan poliakrilamid de silikatlar üzerine adsorplanır. Bir an için sizin buyurduğunuz gibi ortamda ksantat olduğunu kabul etsek, bu bileşiğin sülfür minerali yüzeyinde yapacağı bağ, kimyasal bağ olacaktır. Oysa $-NH_2$ grubu ancak fiziksel bağ oluşturabilir. Dolayısı ile flokülün sizin de belirttiğiniz gibi adsorplanma olanağını daha da çok yitirmektedir. Zaten arzulanan da budur. Herhalüfcarda tikinlerde elde edilen suda daima ksantat olacağı da malumunuzdur.

İrfan BAYRAKTAE : Yine aynı paralelde bir soru : Balk flotasyon girişinden alınan örneklerde yalnız önce şunu belirteyim. Karadeniz Bakır İşletmeleri'nde araştırmanın yapıldığı tarihlerde çalışan mühendis arkadaşlar -65 meş., yani -2 mm. lik otojen çıkışı eleğin altındaki sampa yaklaşık tesiste kullanılan toplam toplayıcı miktarının $1/3$ ü kadar toplayıcının sampa verildiğini belirtiyorlar.

Doç. Dr. Baki YARAR : Aslında sizin mütalaanız son derece yerinde bir mütalaa. Buna rağmen flokülün, flotasyona, kötü bir etki göstermediği gözlemine ters düşen bir durum yoktur. Çünkü tebliğde de arzettiğim gibi sistem içerisine dışarıdan flokülün katılsa bile herhangi bir olumsuzluk gözlenmemiştir.

İrfan BAYRAKTAE : Kondâsyonlama girişinden alınan örneklerle yapılan flotasyonda tesis koşullarına uygun olarak toplam 100 grm./ton toplayıcı kullanılmış oluyor. Yine yukarıdaki nedenle siklon girişinden önce toplayıcı verilmesi nedeniyle flokülân etkisinin incelendiği deneylerde fazla toplayıcı kullanılmış oluyor kanısındayım.

Doç. Dr. Baki YARAR : Bu konudaki görüşü arkadaşım Zeki DOĞAN'a bırakacağım. Çünkü konuyu daha evvel tartıştık. Oturum Başkanı : Teşekkür ederim Sayın YARAR. Ben zaten Sayın DOĞAN'a en son olarak söz vermek istiyordum. Ancak şunu belirtiyim Sayın DOĞAN'dan bu konu üzerinde kısaca durup çünkü bütün kongre üyelerini yakından ilgilendirmeyen bir konuyu kanımca, genel olarak çalışma üzerindeki tartışmalara değinmesini rica edeceğim. Buyrun Sayın DOĞAN.

Doç. Dr. ZeM DOĞAN : Sayın Başkan, Sayın Delegeleler, yine huzurunuzda çıktım. Müşterek yazar, Sayın YARAR soruları gayet iyi bir şekilde cevaplandırdılar, bana da hiç birşey kalmayacağı kanısındayım.

Fakat bu aşamada herhalde benimde birşeyler söylemem gerekiyor, Sayın Başkanın ikazı üzerine fazla uzatmayacağım. Genellikle Gündüz ATEŞOK'un sorusuna cevap vermek isteyeceğim ve dolayısıyla da Sayın ATAMAN'ı cevaplamış olacağım.

O günkü çalışma koşullarında Karadeniz Bakırlarında kapasite günde 9 bin tondur, biz orda bulunduğumuz zaman hiçbir vakit 3 otojenin beraber çalıştığını görmedik. Bir tanesi devamlı olarak, yani 3 taneden herhangi birisi ya bir aksam değiştirme veya diğer bir nedenle bekler vaziyette idi. Bu durumda akla gayet yatkın bir soru geliyor. Acaba 3 otojen de çalıştığı vakit o tikner yeterli midir? Yapılan dizayna göre kanımızca yeterlidir. Ancak zaten orada hiçbir vakit bugün için yine çevre koşullarında düşünecek olursak o gün veya bugünün şartlarında artık tiknerinden çıkan su tamamiyle dereye verilmemektedir. Günün birinde zorlama olacaktır, bu su muhakkak kullanılacaktır. Bizim ziyaretimizde bir çök-

türme problemi yoktu. Onu herhalde Sayın YARAR da izah etmeye çalıştılar. Bir çöktürme problemi olmadığı için yapay olarak numuneler hazırladık ve damardan kaolinli zondan numuneler aldık ve aşağı yukarı simülasyon yoluyla tesis koşullarını yaratmaya çalıştık.

Tesiste kışın bir su problemi yoktur, ancak yaz aylarında örneğin 1974 yılında 120 gün bir susuz dönem geçirilmiştir, aynı zamanda 1974 yılı elektrik kesintilerinin çok yoğun olduğu bir yıldır. Bu yüzden titoner temiz suyunu kullanmak zorunluğuna hasıl olmuştur. Bu yönden bizim yaptığımız etüdün sonunda şu anda uyguluyorlar mı, uygulamıyorlar mı onu da tam olarak bilemiyoruz, ancak yaz ayları için artık tikner suyunu kullanmak meselesi mevzubahistir. Bana konuşma fırsatı verdiği için çok teşekkür ederim.

Otunum Başkanı : Sayın DOĞAN, Sayın BAYRAKTAR'ın son bir sorusu var,-Sayın YARAR da sizin cevaplamanızı istemişti. Soru: Flokülün etkilerinin deneylerinin incelendiği b) şıkında ilave edilen 5 gr./ton flokülün tenor açısından % 0,75 lik bir artışa neden olmuştur. Bilindiği gibi şamlar kitlelerinin küçüklüğünden ortamın hidrodinamik koşullarına göre hareket ettiklerinden bu deneyde ilave edilen flokülün ilamların flokülasyonu sağlayarak kütle artışına neden olup bastırılmalarını sağladığından mı % 0,75 lik bir tenor artışına sebep olmuştur, acaba bu nedene bağlanabilir mi?

Boç. Dr. Baki YARAR : Güzel bir gözlem bu. Gerçekten flokülünlerin flotasyona yardımcı olarak kullanıldığı örnekler vardır. Örneğin Shergold ve Milosevic krom flotasyonunda şlam depresörü olarak karboksimetilselüloz kullanmışlardır. Bu yüzden olay şamların deprasyonu olduğu halde kromit aktivasyonu olarak mütalaa edilir. Eğer yeri ise arzedeğim, ben ve öğrencilerim halen O.D.T.Ü. de flokülasyon-flotasyon ilişkilerini inceleyen bir araştırma yürütüyoruz.

Oturum Başkanı : Ortak sorular var, Sayın Güven ÖNAL'ın, Sayın Oktay YALGIN'm, Sayın Mahmut Şükrü GÖK'ün, Sayın Tacettin ATAMAN'm, Sayın Mustafa Uslu'nun :

Söz konusu flokülanın fiyatı hakkında ve bunun, uygulamasına geçildiğinde ekonomiklik durumu hakkında bilgi istemektedirler.

Doç. Dr. Baki YARAR : Fiyatlar hususunda yetkili bir arkadaşımız salonda bulunuyorlar, uygun bulursanız onu davet etmek isterim.

Aydın TABAKOĞLU : Size yaklaşık bir fikir vereyim. Aslında bunlar ucuz şeyler. Endüstri artık maddelerine dayanırlar.

Oturamı Başkanı : Harcama kaba bir rakkamla 50 krş/ton denebilir.

Doç. Dr. Baki YARAR : Sorular için çok teşekkür ederim. Burada bizim de yaramız değildi. Konunun hafifçe dışında görülmekle beraber diyeyim, bizler endüstrinin problemlerini çözmek yönünde çabalar göstermeye çalışıyoruz üniversitelerde. Herkes derki; «üniversite ve endüstri arasında işbirliği yoktur.» Son bir yıldır Etibank, Karadeniz Bakış İşletmeleri, özel teşebbüs, bu arada da TKİ ve Sümerbank ile değişik temaslarımız oldu. Temaslarımız, çabalarımız yönünde bir destek görmemize yol açmadı. Özellikle Kömür İşletmeleriyle ilgili olan kısımda şunu belirteyim; ilk karşılaştığımızda bizim böyle bir problemimizden haberimiz yok denildi. Gittik veri topladık. «Efendim sizin şöyle bir probleminiz var.» diye. O zaman «Biz bilmiyoruz filan beyle görüşün» dediler. Uzun süren gidiş gelişlerden sonra çok nazik bir dille «Efendim bizim böyle bir problemimiz vardı, çözümlendi. O bakımdan incelenecek bir durum yoktur» dediler.

KÜRESEL AGLOMERASYON YÖNTEMİNDEKİ GELİŞMELER

Yazanlar: Dr. Halim DEMİREL, Hüseyin ÖZDAĞ

TARTIŞMALAR :

Ali BAŞOL (Maden Müh. Maden Dairesi) : Cevher hazırlama uygulanmasının paragrafında belirtilen normal küresel aglomerasyon da ne kastediliyor? Cevher içerisinde az bulunan fakat ekonomik değeri yüksek olan mineraller kazanılmasında neden çok yağ kullanılmalıdır?

Halini« DEMİREL : Normal aglomerasyon dediğimiz sistem yıllardan beri süregelerek kullanılan ve bilhassa kömür ve demirde kullanılan kuru peletleme. Yani demirin içerisine berutonit veya Türkiye'de yeni kullanılmakta olan kolemanit gibi yardımcı bağlayıcı maddeler kullanarak ve rutubetini biraz artırarak yapılan peletleme konvensiyonel peletlemedir. Halbuki bizim burada önerdiğimiz peletleme sistemi veya aglomerasyon sistemi tamamen süspansiyon içinde olduğundan biz bu aynımı yapmak istedik. İkinci soruya cevap olarak ender elementler veya endüstriyel kullanımı fazla olan cevherlerde yüzey şartlandırılması gerekir. Bunun sonucu kullanılan bağlayıcı sıvı miktarında artış olmaktadır. Bu nedenle ancak ekonomik olarak değeri yüksek olan cevher ve endüstriyel hammaddelere uygulanabilir.

ZeM DOĞAN (Assoc. Prof. Dr., ODTÜ) : Küresel Aglomerasyonun madencilik kongresine getirilen yeni bir yöntem olması dolayısıyla yazarlara teşekkür ederim.

Acaba bu yöntem aşağıdaki sistemlere uygulanabilir mi?

i — % 10 Cr_2O_3 içeren sallantılı masa artıkları,

ii — Kolloidal olarak silis ve manganez içeren memleketimiz düşük dereceli manganez cevherleri.

Hüseyin ÖZDAĞ : Öncelikle şöyle bir genel kural konulabilir : Flotasyonu olası olan tüm minerallerin aglomerasyonu olanak dahilindedir. Bilhassa artıkların değerlendirilmesinde uygulanabilir bir yöntemdir. Bu nedenle masa artıklarında kalan kromatin elde edilmesinde kullanılabilir. Masa artıkları serbestleşme tane iriliğine öğütülmek koşuluyla, bağlayıcı madde ve pH ayarlanarak kromitin kazılması sağlanabilir. Kolloidal tanelerin aglomerasyonu olasıdır. Zaten bu yöntemin özelliği, alışılmış yöntemlerle kazanılamayan minerallerin değerlendirilmesini olanaklı kılmasıdır. Bu konuda laboratuvar çapta uygulamalar da vardır.

Baki YARAR (Kimyager, ODTÜ) : Yazarları, konuyu yurdumuzda tanıtmaya çabalarından dolayı kutlarım.

- 1) Küresel aglomerasyonda Zeta-potansiyelinin oynadığı rol konusunda bizi biraz aydınlatabilir misiniz ?
- 2) Küresel aglomerasyonla Shergold ve Mellgren'in tarif ettikleri yağ flotasyonun birbirinden farklı mekanizma ile mi etkin olurlar ?

Bu iki yöntem arasındaki fark ve veya benzerlik hususunda bizi biraz aydınlatabilir misiniz?

Hüseyin ÖZDAG : Flotasyonda Zeta-potansiyelin önemli olduğunu biliyoruz. Aynı şekilde Zeta-potansiyel küresel aglomerasyonda da önemlidir. Zeta-potansiyelin bilinmesi, hangi tür bağlayıcı madde kullanılacağını belirler. Elektrolit eklenmesinden söz etmiştim. Elektrolit eklenmesiyle mineral yüzeylerinin Zeta-potansiyelinin düşmesine yol açar. Bu durum ise mineraller arasında hazır bir yapılmaya yol açar.

Dr. Halim¹ DEMİEEL : Sayın Baki YARAR'm sorduğu soru için teŖekkür ederim. Yağ endüstrisinde kullanılan aglomerasyon işlemleri bizim burada anlatmak istediğimiz yöntemin tamamen tersidir.

Oturum Başkanı : Soruda onu kasetlemiyorlar .Yağ flotasyonunu kasetliyorlar. «Küresel aglomerasyon ve Mellgren'in tarif ettikleri yağ flotasyonu Shergold birbirinden farklı mekanizma ile mi etkin olurlar ?

Dr. Halim DEMİREL : Ona şöyle cevap vereceğim : Flotasyon aşamasında aynı yöntem uygulanır, ancak bugün burada söylediğimiz aglomerasyon yöntemlerinde genellikle flotasyondan sonra oluşan fiziksel tepkimeler farklıdır. İkinci kademe, floklar oluştuktan sonra peletler tamamen fiziksel kuvvetlerin etkisiyle oluşmaktadır.

Oturum Başkanı : Bu iki yöntem arasındaki fark ve / veya benzerlik hususunda açıklama yapabilir misiniz?

Dr. Halimi DEMİREL : Açıklamayı tahmin ediyorum verdim. Flotasyon kademesinde aynı ilkede uygulanır. Ancak ikinci kademe fiziksel olarak peletler oluşur.

Baki YARAR : 9 numaralı referansta Mellgren ve Shergold'un çalışmasında yine bir yağ fazı ve su fazı olduğunu görüyoruz. Kendi tarif ettikleri sistemlerde de aynı fazlar bahis konusu, merakımı mucip olan konu nasıl bir işlem oluyor da Mellgren ve Shergold'un tarif ettiği sistemde yağ fazı katıların içerisinde topladığı an yukarıda toplanmayı başarabiliyor, kendi tarif ettikleri sistemde iki faz birbirinden ayrılıyorlar.

Dr. Halimi DEMİREL : Yağ fazının çökmesi tane boyunun büyütülmesiyle ilgilidir. Tane boyu büyütülmesiyle sadece yağ flotasyonu olarak düşünseydik, o zaman tatbiki çökme olmayacak ve ayrışma olmayacaktı. Ancak tanımlamak istediğimiz sistemde tanelerin birbirine yapışma ve tanelerin boyutunun büyümesi nedeniyle tane boyu artmaktadır. Molayısıyla çökmektedir. Çökme işlemi flotasyonda olduğundan farklı olmaktadır.

TOZ KÖMÜRÜNÜN KÜRESEL AGLOMERASYONLA KAZANILMASI

Yazan : Dr. *Halim* DEMİREL

TARTIŞMALAR :

Gülhan ÖZBAYOĞLU (Maden Yük. Müh., ODTÜ) : Önce ilginç araştırmalarınızdan dolayı tebrik ederim.

- 1) Araştırmada kullanılan kömürün % 4.85 kül içermesinden ,onun çok temiz olduğu anlaşılmaktadır. Zonguldak kömürlerinde ise flotasyona giden 0-0,5 mm'lik kömür, ortalama % 40 kül içermektedir. Hattâ bunlardan elde edilen konsantrelerin kül yüzdesi % 15 in altına zor düşürülmektedir. Böyle yüksek küllü kömürlerde, sistemin işlerliği ne ölçüde etkilenecektir? Böyle kömürlerden elde edilecek peletlerki kül yüzdesinin ne ölçüde olacağı tahmin edilmektedir?
- 2) Araştırmada kullanılan kömürün S yüzdesi % 1.85 olduğu halde, peletlerin kükürt yüzdesi % 2.23 e kadar yükselmektedir. Bunun hava kirliliğini arttıracığı düşünülürse, bu husustaki önerileriniz ne olacaktır?
- 3) Bugün ince taneli linyitleri değerlendirmede, yüzeylerin çok fazla hidrofilik özellik taşıtmalarından flotasyon yöntemi uygulanamamaktadır. Böyle hidrofilik yüzey taşıyan kömürlere bu yöntemin uygulama olanağı ne ölçüdedir?
- 4) Beslenen kömürün kül yüzdesi % 4.85, peletlenen kömürün yüzdesi ise % 4.02 olarak verilmiştir. Peletlenen kömürün kül yüzdesinin daha fazla düşürülememesinin se-

bebi, bünye külünün o düzeyde oluşundan mı ileri gelmektedir, yoksa nedeni başka mıdır ?

5) Büttüm taneciklerinin pozitif yüklü olduğundan bahse^ dilmiştir. Lütfen bunu açıklar mısınız ? Pozitif yük neden dolayı ileri gelmektedir ?

Dr. Halimi DEMİREL : Gülhan ÖZBAYOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Sistemimizi öncelikle laboratuvar olanakları dahilinde, olumlu yönde geliştirmek amacıyla, kükürt ve kül miktarı düşük olan kömür numuneleri kullanılmıştır. Ancak kül miktarı yüksek olan (% 40) tesislerde elde edilen toz kömürün kazanılması için küresel aglomerasyon yönteminin uygulanabileceği laboratuvar çalışmaları sonucu ortaya çıkacaktır.

Kömürün kükürt miktarı % 1.85 iken peletlerin kükürt miktarının % 2,23'e çıkması, bitümdeki kükürt miktarının fazla olmasından ileri gelmektedir. Gerçekte bu da hava kirliliğine yol açmaktadır. Ancak geliştirilen yöntem kömür yıkama tesis sularının arıtılmasında da kullanılmaktadır.

Linyit kömürünün peletlenmesi, yüzey özellikleri yönünden taş kömürden farklı olduğundan oldukça zor olmaktadır. Kül miktarının azalmasına neden, hidrokarbonların hidrofobik olan yüzeyleri öncelikle kaplaması böylece hidrofilik yüzeyleri olan taneciklerin peletlenme devresinden peletlenmeden çıkmasıdır.

Bağlayıcı sıvı olarak kullanılan katyonik bitüm emülsiyonu katyonifc reaktiflerle artı yüklü hale getirilmiştir. Bu nedenle kömürün eksi yüklü yüzeylerini hemen sarmaktadır.

Zeki DEVECİ (Majden Yük. Müh., MTA) :

- 1) Peletlerin akışımı süresi yaklaşık ne kadar sürede gerçekleşmektedir?
- 2) Oluşturulmuş peletlerin dayanım birim olarak ne kadardır (kg/cm²?) ve bir yöntemle, örneğin demir şlamların peletlenmesi ve yüksek fırına beslenebilecek peletlerin oluşturulması mümkün müdür?

Dr. Halim, DEMİREL : Teşekkür ederim. Bu sistemde metinde belirttiğim gibi paletlerin ilk çıkışı 15 saniye sürmektedir. Ondan sonraki harcanan zaman 30 dakika olarak saptandı. Bu süre de peletlerin büyüme süresi olarak verilmiştir. İkinci soruya cevap olarak demir şlamların uygulanması denenmemiştir. Ancak hidrofobik olmadığı için yağ-katı yüzeylerinin ilişkisi yönünden düşünürsek çalışacağını zannetmiyorum.

Zeynel ERGİN (Maden Yük. Müh., TKİ) :

1) Deneysinizde ne cins kömürler (taşkömürü, linyit veya belli bir yörenin kömürü v.b.) kullanılmıştır?

2) Toz kömürün küresel aglomerasyonla kazanılması ticari sahada tatbikatı varmı ? Varsa kapasitesi hakkında bir bilgi verebilirim?

Dr. Halimi DEMİREL : Deneyslerde özellikleri tebliğde verilen taşkömür kullanılmıştır.

İngiliz kömür işletmeleri pilot çapta 500 ton/yıl kapasiteli bir tesis kurmuş olup hali hazırda emin olmamakla birlikte ana tesis kurma işlemine de geçildiği öğrenilmiştir

Murat YAPÇA (Maden Yük. Müh., TDCİ) :

1) Deneyslerde kullanılan kömür ne türdür ? Bu metodun değişik kömürlere ve bilhassa linyite uygulanabilirliği nedir?

2) Bu metodla elde edilecek pelet maliyeti ile flotasyon-filtrasyon ile elde edilen kömür maliyeti mukayese edilebilir mi ?

Dr. Halim) DEMİREL : Sayın Murat YAPÇA'nın birinci sorusunun cevabı Sayın Zeynel ERGİN'e verilen cevapta açıklanmıştır.

İkinci sorusuna cevap olarak şöyle bir açıklama getirebilirim : Flotasyonla kazanılan toz kömürlerin ayrıca filtrasyon ve ısısal kurutmadan geçirilmesi gerekmektedir, bu işlemlerde oldukça pahalıdır. Halbuki küresel aglomerasyonla elde edilen peletler kullanılacak hale gelmiştir.

BaW YARAR (Kimyager, ODTÜ) :

1) Kürese aglomerasyon yöntemi uygulanırken kullanılan katı taneciklerin bir alt ve bir üst çap sınırı var mıdır? Var ise değişmesi hangi faktörlere dayanır?

2) Optimal bağlayıcı miktarının altında veya üstünde miktarlarda bağlayıcı kullanılmasını proses sonuçlarına nasıl bir etkisi olmaktadır?

Dr. Halimi DEMİREL : Katı tane büyüklüğü önemli faktör olmaktadır. Çok ince tanelerde özgül yüzey alan artacağından bağlayıcı sıvı miktarıda artmış olacaktır. Yapılan deneylerde -325 meş tane büyüklüğünde kullanılan bağlayıcı sıvı miktarı iki katına çıkmaktadır. Bu da ekonomik özelliğini kaybettirmektedir. Bağlayıcı sıvı optimalin altında kullanıldığında pelet tane boyutu küçük ve zayıf olmaktadır. Optimal değer üstünde ise bitüm kömür çamuru oluşmaktadır.

KÖMÜR MASERALLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ VE KÖMÜR TEKNOLOJİSİNDEKİ ÖNEMİ

Yazanlar : Çetin HOSTEN (Mad. Yük. Müh.)
Gülhan ÖZBAYOĞLU (Mad. Yük. Müh.)

TARTIŞMALAR :

Zeynel ERGİN (Maden Y. Müh., TKİ) :

- 1) Damar yangınlarının ve damarın gaz (CH_4) içeriğinin kömür bantlarıyla bir ilişkisi var mı?
- 2) Koklaşma için kömürdeki bantların oranı ne olmalıdır? (% olarak)

Çetin HOSTEN : Sayın Zeynel ERGİN, isterseniz önce ikinci sorunuza cevap vereyim. Buna genel bir cevap vereceğim. Koklaşmaya uygun kömürlerin maseral içeriği şu şekilde olmalıdır. Etken ve asal maseral açısından konuşursak iyi koklaşabilir kömürlerde en az % 75 - 85 oranında etken maseral olmalıdır. Damar yangınları ve metan konusuna gelince bu konuda özel bir araştırmamız olmamakla beraber literatürde bu tip çalışmalar olduğunu sanıyorum .Çünkü her bantın değişik kimyasal içeriği ve fiziksel özelliği olduğuna göre bunların metan içeriklerinin farklı olması mümkündür. Netice itibariyle ocak yangınlarının ve metan miktarının da petrografik kompozisyonla yakından ilgisi olacağını sanıyorum.

Çetin ÇULTU (Maden Y. Müh., EKİ) : Tebliğinizin kömür teknolojisindeki pratik önemi koklaşabilirliğinin tetkiki ise,

karboniflerin koklaşmayan kömür katmanlarında çok şişmeyen maseralleri mi vardır? Pratikte bu gibi katları ayırmak olasılığı var imadır?

Gülhan ÖZBAYOĞLU : Ben Sayın Çetin ÇULTU'nun ve Sayın Zeynel ERGİN'in koklaşma ile ilgili olan sorularına ortak cevap vermek istiyorum.

Kandilli ve Zonguldak kömür damarlarının petrografik analizleri karşılaştırılırsa aralarında büyük ayrıcalıklar olduğu göre çarpar .Örneğin :

	Kandilli (*)	Zonguldak (Acılık)
Vitrinite	% 39	% 64
Exinlte	% 18	% 11
Inertinite	% 43	% 20
Mineral madde	—	% 5

Görüldüğü gibi Kandilli kömürlerinde etken maserallerin yüzdesi çok düşük olduğu halde asal maseralin miktarı oldukça yüksektir. Bu yüzden kömürün petrografik kompozisyonu koklaşmaya elverişli değildir. O halde böyle kömürlere etken maseraller ilâve edilirse koklaşmayı sağlamak mümkün olabilecektir. Optimum koklaşma için etken/asal maserallerin oranı her kömür için değişmekte olup, bu değer, A.B.D. kömürleri için yaklaşık 5 olarak bulunmuştur.

Pratikte vitrinite, exinlte, ve intertinite'i birbirlerinden ayırmak mümkün olup, bunun için selektif kırma ve eleme, gravitasyon, flotasyon, elektrostatik ayınım gibi yöntemler uygulanmaktadır. Memleketimizde bu konuda önceden yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. İngiltere, Almanya gibi kömür teknolojisinde ileri seviyede olan ülkelerde koklaşma proseslerinde kontrol aracı olarak kullanılan kömür petrografisine yurdumuzda da gereken önemin verilmesi gerektiği kanısındayım.

Şimdi Sayın Zeynel ERGİN'in damar yangınlarıyla ilgin" olan sorularına biraz değinmek istiyorum.

(*) Mineral madde gözönüne alınmamıştır.

Kömür petrografisi üzerindeki araştırmalar damar yangınlarıyla kömür bantları arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Kömür Petrografisi El Kitabında belirtildiği gibi, kömürün en parlak bantı olan vitrain diğer bantlara nazaran daha çabuk oksitlenme ve kendi kendine tutuşma özelliği gösterir. Bundan dolayı kömürlerde parlak bantların yüzdesi arttıkça yangın olasılığının da artacağı beklenebilir. Yalnız şunu da unutmamak gerekir ki kömürün petrografik yapısı, damar yangınlarında rol oynayan faktörlerden sadece bir tanesidir.

A Ç I K L A M A :

Mahmûd Şükrü GÖK (Maden Yük. Müh.) : Zonguldak kömürlerinin köfelaşabilme imkânları üzerinde yaptırdığımız bir incelemede Armutçuk kömürlerinin koklaşmaz olduğunu tesbit ettiğimiz halde fraksiyonları üzerinde yaptırdığımız deneylerde +10 mm kömürlerin koklaşabildiğini müşahade ettik.

Bu şekilde bir kaba değerlendirme Türkiye'de koklaşabilir kömür potansiyelini arttıracaktır.

GERİLİM ENERJİSİ BAZLI ÜÇ MATEMATİK UFALAMA MODELİ

Yazan : Dr. Erdoğan YİĞİT

TARTIŞMALAR :

İrfan BAYRAKTAR (Maden Yük. Müh., Hacettepe Üniversitesi) : Yazara, özgün ve ilginç bildirisinden ötürü, önce teşekkürlerimi sunarım.

Kayaçlar ,heterojen, anizotropik karakterde olduklarından dayanımlarına özgü, her durum için geçerli bir formül bulmanın güçlüğü bilinmektedir. Dolayısıyla, modellere temel olan Beke formülü de ampirik bir formüldür. Formülün ampirikliği nedeniyle yaratabileceği sapmalar, modellere de taşınmış olmaktadır. Nitekim modellerden çıkan sonuçlar, uygulama ile uyuşmamaktadır. Tane boyu küçüldükçe yüzey enerjisinin artması gereklidir. Oysa. bildirideki sonuçlar tam tersi. Ancak üç formülde de ortak çarpan olan $e.D$ yerine e/D alındığında, tane boyu küçüldükçe yüzey enerjisi de artmaktadır. Bu durumda Beke formülünden yapılan türetme tamamen değişecektir.

Endüstride, kırma ve öğütme işlemlerinin büyük çoğunluğu, makaslama, sıkıştırma gerilimlerinin kombinasyonları ile yapılmaktadır. Çekme gerilimleri ile çalışan, fakat henüz pilot tesis çalışmaları sürdürülen (90 ton/saat) Synder (Sinder) prosesi vardır.

Bu bakımdan, yüzey enerjisi formülleri, acaba ne gibi «modifikasyonlardan sonra ufalama uygulamalarında faydalı» olabilecektir ?

Bond'un enerji tüketimi formülündeki gibi her tür kayaç ya da cevher için yeni bir öğütülebilirlik birimi düşünülüyorsa, heterojenliğin ortaya çıkardığı olumsuz etkiler nasıl izale edilebilecektir ?

Dr. Erdoğan YİĞİT : İlkönce Sayın İrfan BAYRAKTAR'm 1 inci sorusunu cevaplandırayım.

Ufalamada çok fazla faktörlerin rol oynadığı tebliğde açıklıkla belirtilmiştir. Bu bakımdan ufalamayı bir formülle özetlemek icap ederse birçok basitleştirmeler gereklidir ve bu yapılmıştır.

Ufalama için gerekli birim yeni yüzey enerjisinin malzeme boyutu küçüldükçe arttığı şimdiye kadarki pratik uygulamalardan açıklıkla biliniyor. Tebliğde geliştirilen formüllerde çekme gerilmesinin değişmez olduğu kabul edilirse malzeme boyutu küçüldükçe pratik uygulamaların aksine birim yeni yüzey enerjisinin azaldığı görülüyor. Yalnız tebliğde üzerinde durulan diğer bir husus çekme gerilmesinin malzeme boyutuna bağlı olduğudur. Bu durum Rumpf'un yaptığı deneylerde Tablo-6 da açıkça görülüyor. Çekme gerilmesinin malzeme boyutunun bir fonksiyonu olduğu kabul edilirse bu çelişik durum ortadan kalkmaktadır.

İkinci soru için söyleyeceklerim şunlardır :

Geliştirilen formüllerde esas olarak alman gerilme, çekme gerilmesidir. Pratikteki uygulamalarda tabii ki dolaysız çekme gerilmesi ile kırılma pek nadirdir .Fakat basma ve makaslama gerilmelerinin de dolaylı olarak çekme gerilmesi meydana getirdiği ve kırılmanın esasının atomların veya moleküllerin birbirinden ayrılması olduğu gözönünde tutulursa çekime gerilmesinin hesaplamalar için önemi daha iyi ortaya çıkmaktadır.

Sorunun üçüncü kısmı formüllerin pratikteki uygulamaları için ne gibi modifikasyonlar düşünüldüğüdür.

Bu konuda 'henüz ne teorik ne de deneysel çalışmalar yapmış bulunuyorum. Şimdilik düşündüğüm modifikasyonlar kırıcı cinslerini, uygulanan basınç cinslerini ve malzeme durumunu (homojen olma, elastik olma veya olmama) gösteren formüllere girecek bazı katsayılarıdır.

Zeynei ERGİN (Maden Yük. Müh., T.K.İ.) : «Parça büyüklüğü küçüldükçe daha fazla dayanıklılık kazanmaktadır» deniliyor. Halbuki Tablo-2'de yeni yüzey enerjisi öğütme için daha az görülüyor. Açıklanmasını rica ediyorum.

Dr. Erdoğan YİĞİT : Tablo - 2, 3, 4, 5'de verdiğim hesaplamalar literatürde bulunan çekme gerilmeleri esas olarak alınan hesaplamalardır. Literatürdeki çekme gerilmesi değerleri takriben sekonder kırma boyutundaki malzemeler üzerinde yapılan testlerde bulunduğu için Tablo - 7'deki karşılaştırmalarda yalnızca sekonder kırma için hesaplanan değerler geçerli kabul edilmiştir.

Turan DÜNDAE (Maden Yük. Müh.) : Kırılma sonucu meydana gelen yeni gerçek yüzey ile, tüketilen enerji arasındaki bağ nasıl bulunuyor. Yeni oluşan yüzeyin alanını hesaplama olanağı varmı ?

Dr. Erdoğan YİĞİT : Geliştirilen formülde yeni yüzey hesaplamasında başlangıç için parça bir küp ve ufalma sonunda elde edilen tanelerde yine küpçükler olarak kabul edilmiş, geometrik olarak hesaplama yapılmıştır.

Tabiatıyla pratikte, gerçekte elde edilen yeni yüzey bu ideal halden çok farklıdır. Bu yeni yüzeyin pratikte gaz absorpsiyonu ve perméabilité metodları ile ölçülebildiği biliniyor. Formüllerin geliştirilmesi esnasında yapılan basitleştirmelerden biri de bütün ufalama kanunlarının çıkarılmasında yapıldığı gibi tanelerin küpçükler olarak nazarı itibare alınmasıdır.

Seçkin İNCEEFE (Maden Yük. Müh., M.T.Ä.) : Örneklerin elastik sınırlar içinde olduğunu belirttiniz. Bu gerçeğe ne kadar uyumludur ? Acaba viskos, plastik v.s. özellikler de etkin olmaz mı ? Yada etkinlik derecesi nedir ? Eğer belirgin

bir etkinlikleri varsa, hesaplara girmesi gerekmez mi idi ?
Örnek boyutu ile, örneğin elastik kabulü arasında bir ilişki
varmıdır ?

Dr. Erdoğan YİĞİT : Geliştirilen formüllerde birçok basitleştirmelerin yapıldığı evvelce belirtilmişti. Malzemenin elastik olduğu kabulü gerilim enerjisi (Beke) formülü ile başlıyor. Tamamıyla malzemenin elastik, plastik veya vizkoplastik kabul edilmesinin sonuç olarak bulunan formüllere etkisi olacaktır. Yalnız pratikteki uygulamalarda birim yeni yüzey enerjisi için bulunan değerler teorik hesaplamaların bazen 10 misli bazen 100 misli fazla olmaktadır. Bu bakımdan malzemenin elastik kabul edilmesi ile yapılan ihmal muhtemelen ki gerçek hesaplamanın 10 misli veya 100 misli olarak intikal etmemektedir.

Örnek boyutu ile malzemenin elastik kabul edilip edilmemesinin birbiriyle ilişkisi gayet tabii olacaktır.

TAŞHARMAN URANYUM CEVHERİNİN TEKNOLOJİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Yazan : Utku SADIK

TARTIŞMALAR :

Gülhan OZBAYOĞLU : (Maden Yük. Müh., O.D.T.Ü.) : Taşhanman Tüllü ve Konglejmere cevherlerinin kimyasal analizleri sırayla % 0,041 U_3O_8 ve % U_3O_8 dir. Halbuki bu numunelerin 3 ve 1 cm'nin altına kırılmasından sonra Çizelge III ve IV'de verilen kimyasal analiz neticeleri çok farklıdır. Sebebi nereden ileri gelmektedir?

Utku SADIK : Bu şundan oluyor, önce arama servisi bir 100 kiloluk numune yolluyor, biz bunu öğütüp, bir seri deney yapıyoru'ü. Fakat ondan sonra 60 kiloluk kolonlara geçtiğimiz zaman o numune yetmiyor ve arama servisinden yeniden bir parti istiyoruz. Bir 500 kilo daha geliyor ve farklı çıkıyor. Basit bir örnek vereyim. Pilot deneylerde; hücrelere yüklenen cevher tenörleri I. Hücrede % 0,098 U_3O_8 , II. Hücrede % 0,078 U_3O_8 , III. Hücrede ise % 0.030 U_3O_8 olmuştur. Yığmalara başladığımız zaman Kasar cevherini gelişigüzel aldık. Yani; yarmaya girerek aldığımızda 250 ppn'e kadar düştü. Uranyum cevherlerinin % leri değişebiliyor. Çünkü sahada cevher çıkarmak için kesin bir iş yapılmış değil, önemli olan asit sarfiyatı olduğu için elde edilen uranyum basma asit sarfiyatını vermiyoruz, ton cevher başına olanı veriyoruz. Buna dikkatlerinizi çekmek isterim.

Asit sarfiyatı değişmiyor, cevherdeki uranyum tenoru değişmesine rağmen. Çünkü asidin çoğunu yiyen uranyumun kendisi de p, örneğin Karbonatlar çok yiyor, alimunyum ise daha az.

Güven ÖNAL (Maden Yük. Müh., Doç. Dr. t.T.Ü. Maden Fakültesi) : Sayın konuşmacı ve arkadaşlarını değerli çalışmalarından ötürü kutlarım.

- 1) Tüflü cevherlerde U_3O_8 miktarı 300 gr/ton ile 1400 gr/ton arasında değerlerde verilmiştir. Ortalama bir değer veriletilirmi ? Genel olarak Taşharman - Tüflü cevherlerinde U_3O_8 miktarı 400 gr/ton dur.
- 2) Taşharman cevherinde uranyum dahlitate bağlı olduğu belirtilmektedir. Bu durumda U_3O_8 tenorunun P_2O_5 tenörüne bağlı olarak değişmesi gerekeceği kanısındayım. Bu konuda bir açıklama yapabilirlerini ?
- 3) PO_4 anyonu beraberliğinde uranyumun pH nin 1-2 üstündeki değerlerinde fosfatlı kompleksler halinde çöktüğü bilinmektedir. Bu konuda herhangi bir açıklama yapılabilirirmi ?
- 4) Solvent - ESctraksiyon'a paralel olarak yön değiştiricilerle çalışma yapılmalıdır. Sonuçları nedir ?
- 5) Solvent-Extraksiyon ve sıyırma (stripping) kaç kademe de yapılmalıdır ?

Özer AYIŞKAN : Kıymetli arkadaşlarım ben soruya belirli oranda cevap verebilmek için karşınıza geldim. Arkadaşımın suali çok yerindedir. Dahlitt olduğunu ve dahlittin uranyum taşıdığını nasıl ispat edebilirsiniz ve bunu nasıl gerçek olarak ispat ediyorsunuz şeklinde ben alıyorum suali. Birkere başlangıçta tabii minerolojik analiz var, cevherin içerisinde herhangi bir uranyum mineraline, minolojik analiz sonucunda rastlanılmamıştır. Sadece rastlanan fosfat mineralidir. Dahlittir. Bu birinci kademesi oluyor cevabın.

İkinci kademesi doğrudan doğruya cevher zenginleştirmesi ile ilgili olarak benimsenebilir. Biliyorsunuz mineral zenginleştirme olarak da niteleyebiliriz, cevher zenginleştirmeyi.

Biz mineral zenginleşmesi sonucunda dahlitin tümünü yaklaşık olarak gösterebildik. O zaman flotasyon artığında yaklaşık olarak uranyum, kalmadı demek oluyor ki, uranyumu dahilit beraberinde yürütüyor. Değerli arkadaşım zaten ifade ettiler. Ortalama % 4-5 civarında olan fosfat tenörü konsantride % 18-19 civarına kadar yükselebildi, uranyum da buna paralel olarak yükseldi.

Sualin 3. noktasına şöyle cevap vereceğim. Hakikaten uranyumla fosfat tenörleri arasında belirli bir orantı vardır, şu an için bu orantı aklımda değil, yanlış bir ifade vermemek için söylemiyorum. Fakat bu orantı çıkartılmıştır. Teşekkür ederim.

Utku SADIK :

- 1) Genel olarak Taşharman - Tüflü cevherinde U_3O_8 , miktarı 400 gr/tondur.
- 2) BİR görev olarak programa bakış açımız : önce uranyum. Cevherin içerdiği fosfat, molibden, vanadyum gibi diğer elementlerin ne olacağı önce uranyumun optimal şartlarda çözeltiliye alındıktan sonra ortaya çıkar. Diğer bir deyişle bir çok düşük miktarda asit sarfetmek istiyoruz, bu uranyumu çözeltiliye alabilir ,ama fosfatı almayabilir. Bizim için bu anda araştırmalar uranyum için olduğundan fosfat ve uranyum arasında bir bağlantı yapmak mümkün değil. Çünkü fosfat minerali veya fosfat yatağı olarak baktığımız zaman çok ufak bir fosfat yatağı. Uranyum olarak baktığımız zaman 700 tonluk bir kapasiteye sahip. Uranyumu kazanmada, fosfatının da etkisini bertaraf etmeye çalışıyoruz. Nedeni de hakikaten fosfatlı çözeltileri, SX işleminde bilhassa Alamin çözeltileri ile çok problem gösteriyor.
- 3) Fosfat şebekesinin, Kasar cevherinden gelen demir tonları tarafından bozulduğu ve pH = 2 nin üstünde;, % 0,83 U_3O_8 , % 22,5 P_2O_5 , % 31,2 Fe_2O_3 , % 21,4 SO_4 , bileşiminde ara çökeleğin meydana geldiği deneyler esnasında izlenmiştir. pH — 1 altına inildiğinde, çözelti çözülmemektedir.
- 4) İyon değiştiricilerini bir görüş olarak şu anda uygulamıyoruz. Çünkü kinetik olarak çok uzun, Uranyumun çok dü-

şüfe tenörlü 100 ppm - 200 ppm in altında olması lâzam. Bu balmıdan, hedefimiz endüstriyel çap olduğu için ve şu anda bulunan cevherlerin bir sınıflandırmasını yaptığımız için kısa ,basit, ekonomik yöntemi uyguluyoruz, buna göre cevherlerin sınıflandırmasını yapacağız.

5) Genel olarak 4 kademe de Solvent Ekstraksiyon, 3 kademe de sıyırma yapılmaktadır. Bu anda pilot çalışmalar da 4 kademe SX, 2 kademe sıyırma uygulanmaktadır. Artık çözeltide Uranyum 1-2 ppm kadardır.

Dr. İsmet UZKUT (E.Ü. Müh. Bil. Fakültesi) : Kanada'da yapılan araştırmalar, özellikle az fosfat içeren cevherlerde liçing, bakteriler vasıtasıyla hem tane iriliği ve hem de fosfat açışından % 10-20 arasında maliyet ucuzluğu sağlanmıştır. Çalışmalarınızda bu yöntem denenmişmidir ? Denenmemişse niçin ?

Utku SADIK : Yöntem olarak; bakterilerden faydalanılması için cevherin kükürt içermesi lâzımdır. Yani sülfirik asit üretimi bakteriler sayesinde sağlanacaktır. Şu anda bakteri liçing işlemleri daha ziyade laboratuvar safhasındadır. Dünya üzerinde çok az ülke örneğin; Kanada'lılar bu işe teşebbüs etmişler ve vazgeçmişlerdir. Şimdi bizde benim bilebildiğim kadarıyla bugün Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde bakterilerle çalışmaktadır. Hacettepe Üniversitesi'ne Taşharman cevherlerinden 100 'er kilo numune yollamıştır, orada da bakteri üretimi yapılmaktadır. Bu çalışmalar, üniversitenin alanına daha uygundur ve bu işbirliği de arzulanmaktadır. Bugün Hacettepe Üniversitesi'nde bu yolda çalışmalar başlamak üzere dir veya başlamıştır.

Mahmut Şükrü GÖK : Sarı pastadan yakut elde etmek için ekonomik açıdan ve proses bakımından ağır sulu reaktöre yakıt elde etmek mi, yoksa hafif sulu reaktöre yakıt elde etmek mi daha avantajlıdır ?

- Türkiye için hangi sistem sizce tercih edilebilir ?
- Bir taraftan TEK Nükleer Santral için, MTA da Nükleer yakıt elde etmek için çalışmalar yaptığını göre bu iki kuruluş arasında koordinasyon nasıldır ?

Utku SADIK : Şimdi hütün nükleer teknolojide şu görüş hakimdir. Ağır sulu reaktörlerin yakıtı kolay yapılı fakait ağır su problemi vardır. Ayrıca ağır sulu reaktörler gerek hacim bakımından gerekse işletme bakımnöian daha problemlı görülmektedir. Elektrik üretimi açısından TEK'in şu anda ihale projesini hazırladığı muazzam çalışması vardır. TEK'ten elde edilen bilgiye göre Türkiye'de kurulacak ilk santral bütün tiplere açıktır, hangisi dahia ekonomik şartları sağlarsa TEK onlardan birini seçecektir. Zenginleştirme işlemlı olmasına rağmen birim başına üretilen elektrik ve reaktörün çalışması daha kolay olduğundan ötürü, hafif sulu reaktörler tercih, edilmektedir. Türkiye, ekonomik açıdan hangisini uygun görürse onu seçecektir.

Bir reaktör 15 milyara mal olmaktadır. Bunun enaz 1/3'i dış kaynaktır. Dış kaynağı karşılamak için kredi durumu vardır. Karar verilirse kredi de sağlanabilir. Türkiye'de bütün bunlar arasında da bir tercih yapmak zorun! uğu vardır. Fakat genel görüş, istatistiklere bakılacak olursa yani 1985 - 90'lara kadar alınan siparişlere bakılacak olursa hafif sulu reaktörler daha ön plandadır. Bunların oranı PWR/BWR = 2/1 dır. Candu tipi reaktörler yavaş yavaş yani yüzde olarak azalmaktadır.

Üç kuruluş arasında Atom enerjisi Komisyonu ve TEK ile, tam bir koordinasyon sağlanmıştır. Örneğin; TEK'in hazırladığı son nükleer yakıt hazırlama raporu dün akşam masamdaydı. Son durumuna kadar birbirimizden haberdar olmaktadır, o bakımdan problemimiz yoktur.

Dr. İsmet UZKUT

- 1) Kasar tipi cevherlerde şimdiye kadar yapılan pilot araştırmalar, ufak da olsa bir üretim tesisi için yeterli değildir ?
- 2) Kasar tipi cevherlerin arama ve araştırılmasında işletici bir kuruluş devreye sokulmuş mudur ?

Uuku SADIK : Bir demir üretimini alırsanız, fırınınızın kapasitesi ne ise ona göre dengeyi kurarsınız. Uranyumda ana

görüŖ; Üretim hedefinden geriye doğru gideceksiniz. Yani senede 50 ton sarı pasta, istenirse bu 50 ton sarı pasta için yığılacak cevherin hesabı yapılmalıdır. Çünkü burada yığmanın limiti yoktur. Elde edilen çözeltinin de işlenmesinde; SX - ünitesinin bir kapasitesi vardır, onu artırdığınız zaman yığmayı da arttırabilirsiniz. Bugün cevherin tenorunu 300 ppm U_3O_8 , kabul etsek ve 300 ton U_3O_8 /yıl için 1 milyon ton cevher yığmamız lâzımdır. 1 milyon ton cevheri yığmak için bugünkü pilot tesis yeterli değildir. Daha ufak kapasite için, örneğin 50 ton/yıl, cevherin yatağı yanında liçing edilmesi ve SX - ünitesinin kapasitesinin arttırılması şartı üe bugünkü pilot sahası yeterli olabilir.

İŖletmeci kuruluş devlet kuruluşu olacaktır, Etibanc toplanlılara katılmaktadır. Zaten 5 yıllık bir plân hazırlanmak üzeredir.

Münire HÜRYAŞAR (Petrol Yük. Müh. M.T.A. Plân Koordinasyon Dairesi) : Fosfat yataklarından uranyum elde edilmesi işlemleri çok pahalı ve kompleks olduğundan dünya'da pek fazla tatbikatı yoktur. Fosforik asit çözeltisinden uranyum elde edilmesine dünya'dan örnekler verebilirmisiniz; maliyetleri nedir ?

Utku SADIK : Bu işe biz de yeni girmiş durumdayız. Literatür taramaları yapılmaktadır. En önemli olan biran evvel pratik çalışmaya geçmektir. Bunun için uygun reaktifler dış piyasadan sipariş edilmiştir. Ne olursa olsun, ekonomik olsun veya olmasın program olarak biz Türkiye'de üretilen fosforik asitleri uranyum açısından taramak kararındayız.

Güngör ÖNCEL (Kimya Yük. Müh. M.T.A. Lab. Dairesi) :

- 1) Kullanılan sülfüruk asitin, sarı pasta elde edilisinde, maliyete etkisi takriben yüzde kaçtır ?
- 2) Karbonatlı ve fosfatlı cevherlerin liçing deneylerinde meydana gelen beyaz çökeltinin mahiyeti nedir ?

Utku. SADIK: Biz, sülfüruk asidin Köprübaşına teslim 275 kuruş veriyoruz kg. na.

Bir ton cevherden 300 gr. sarı pasita elde ediyoruz. Bundan 15 sene evvel sarı pastanın kilosu takriben 150 - 300 lira civarındaydı. Bugün bir kg. sarı pastanın fiyatı U_3O_8 olarak ki % 60-70 Y_3O_8 içermekte, 1800 liradır. Son gelen haberlere göre 1980'lerde daha da artacak, 1990'larda iki misline çıkacak, yani 160 dolara kadar çıkacaktır. O bakımdan sülfürik asitin etkisi de yavaş yavaş kaybolmaktadır, eskiden 40-50 kilo harcadığımız zaman ekonomik, 50'nin üstüne çıktığı zaman ekonomik deyimliyordu. Son fiyat artışları bu asit harcamasını da belki giderecektir.

Liçing esnasında meydana gelen çökeltinin bileşimi Sayın Güven ÖNAL'ın sorusunda verilmiştir. Kalsiyumlu çözeltiler bekledikleri zaman Kalsiyum sülfat çökeleği de olacaktır.

Gülhan ÖZBAYOĞLU (Maden Yük. Müh. O.D.T.Ü.) :

- 1) Yığma liç işlemi bittikten sonra numunede uranyum kalıplı kalmadığının testi için yapılacak kimya analizi için nasıl temsili numune alınmaktadır ?
- 2) İyi bir yığma liç için önceden karıştırılmış bir numuneyi yığmak veya hiç olmazsa homojenlik yaratmak için değişik numunelerin, yığma sırasında birbirine iyice karışması sağlanamaz mı ?
Slaytlarda yığmada değişik renklerin farkedilmesi homojen bir yığılma olmadığını göstermektedir.

- 3) Sığma üçte solüsyon kaybım nasıl tesbit ediyorsunuz ?

Utk« SADIK : Şimdi bir defa işi basite indirmeye mecbur olduk. Cevheri yığarken 9 kürek yığmanın üstüne atıyorsak bir kürekte analiz için aldık. Dolayısıyla yarılamalarla nihayet kimyasal analiz numunesi aldık. Yığmalar bittikten sonra tekrar artık analizi için aynı işlemi yapıyoruz.

300 kilo sarı pasta üretmek için yılda bir milyon yığma yapmamız lâzım cevher olarak. Bu bir milyonu homojen olarak karıştırmak için bir alete ihtiyacımız vardır. Uranyum teknolojisinde cevheri o kadar az mekanik olarak oynamamız lâzım ki, ekonomik olsun. Koca bir kitle ile uğraşıyorsunuz

çok ufak bir ürün elde etmek için. Hatta cevherin yerini oynatmadan neticeye gitme durumları var. Onun için cevheri alacaksınız, homojen olarak karıştıracaksınız, bu oldukça zor iştir. Cevherin kendisi önemli değil, cevherin içindeki uranyum önemli. Homojen olsa bile, mühim olan çözeltinin homojen olan cevhere veya homojen olmayan cevherdeki uranyumla temas- etmesi.

Çözeltinin kaybı diye birşey yok. Şu açıdan birşey yok, her yapılan çözelti uranyumu çözüyor, biz yığımları tek tek yaptık. Fakat hücede yapılan ters akımlı yöntemde olduğu gibi az uranyumlu, az asitli çözeltili bir sonraki hücreye veya yığılmaya verileceği için hiç bir zaman çözelti kaybı olmayacaktır. Sadece litre de 1-2 gr. uranyumlu çözeltiyi sistemden çekme var. Yani çözelti açısından hiç bir kaybımız yok. Yağmurlu havalarda bile, sistem daima kontrol altına alınmaktadır.

Sebahattin GAZANFER (Maden Yük. Müh. GLİ - Tavşanlı) : Bilindiği gibi sözü edilen hafif su ve ağır su reaktörleri yansıma, özellikle ABD'de yapımına birkaç yıl önce başlanan «Fast Breeder Reactor» tipi de bulunmaktadır. Literatüre yansıyan bilgilere göre bu reaktör, diğer reaktörlerden farklı olarak, yan ürün olarak elde edilen ve toplum için tehlikeli bir artık olması nedeniyle bugün çeşitli güvenlik tedbirleri alınarak saklanan plütanyumu yakut olarak tekrar reaktöre verilebilmesi avantajına sahiptir. Acaba Sayın Utku SADIK henüz devreye girmemiş bu reaktör tipinin bazon derecesi hakkında bilgi verebilirlerini ?

Utku SADIK : Özellikle Fransızlar FBR reaktörünü' devreye sokmuşlar ve ticarî olarak işletmektedirler. Amerikalılar ancak bunu 1980'larda yapacaklardır. Her nükleer enerjiye giren ülke önce ağır sulu veya hafif sulu reaktörlerle işe başlamakta, plütinyum reaktörlerde oluşturulduktan sonra, artık yakıttan belli ülkelerde, ki bu yine Fransa, Amerika, Rusya, İngiltere'de, plütinyum ayrılmaktadır. Plütinyumun ham yakıt olarak kullanıldığı FBR'ler 1990'lardan sonra birinci kademeli reaktörlerin devamı olacak şekilde planlanmaktadır. Bu bakımdan tehlike olarak bugüne kadar saflaş-

tırma işlemleri her ne kadar kurşun camlar içerisinde olmakta ise de, FBR'lerden çıkan artıklar da daha fazla tehlike arz etmektedir. Bu nedenle, kaçınılmaz olarak ikinci etape girilecek ve gerekli tedbirler alınacaktır.

Suna ATAK (Yük. Mad. Müh. İ.T.Ü. Müh. Mimi. Fak) : Zenginleştirme (flotasyon) sonrası elde edilen konsantrenin içinöerte ton başına asit sarfiyatının arttığı belirtildi.

- 1) Asit sarfiyatı cevher tonu başına mı, yoksa konsantre tonu başına mı artmaktadır ?
- 2) Zenginleştirmede uranyum kaybı ne kadardır ?

Utku SADIK : Asit sarfiyatı konsantrasyonun tonuna göre idi. Bir ton konsantrasyona, bir ton cevhere göre daha fazla asit sarf ediliyor. Örneğin; 1.90 lık U çözünürlüğü için, 75 kg/ton-cevher, 350 feg/ton-konsantre asit harcaması olmaktadır. Di-

ğer bir deyişle, % 0,041 U₃O₈lik orijinal cevher için $\frac{\text{kg-H}_2\text{SO}_4}{\text{fcg-U}_3\text{O}_8} =$

183 olduğu halde, % 0,128 U₃O₈lik konsantre için $\frac{\text{kg-H}_2\text{SO}_4}{\text{kg-U}_3\text{O}_8} =$

304 olmaktadır

Gündüz ATEŞOK (İ.T.Ü. Maden Fak. Cevher Hazırlama Kürsüsü Asistanı) :

Taşharman uranyum cevherinde elde edilen sarı pastanın safsızlıkları nelerdir, oranları nedir?

Utku SADIK : Bir sarı pastanın analizinden en önemli safsızlıklar molibden, vanadyum, fosfat, potasyum, alüminyum, silis gibi 16'ya yakın elementtir.

Bunların arasında molibden ve vanadyum gibi elementler baza limitlerin altında bulunması lâzımdır. Örneğin; V₂O₅ % 1.8, Mo % 0.3, P₂O₅ % 0.7'den az olmalıdır. Bu arkadaş çok yakından ilgileniyorsa, Amerika'daki standart sarı pasta limitleriyle bizde elde ettiğimiz limitleri kendisine verebilirim, şu anda yanımda değil.

Dr. İsmet UZKUT : Köprübaşı yöresindeki uranyum aramaları ve araştırmaları kaç yıldan beri sürmektedir ? Bu sizce,

dünyadaki diğer arama ve araştırma örnekleri ışığında, kısadır mıdır ? Uzunsu niçin ?

Utku SADIK : MTA Enstitüsü araçlarıyla aramaya 1956 yılında başlandı. Bugün ulaşılan hedef, yüzeyde arama artık bitmiş durumda, yani Türkiye'de hemen hemen bütün alanlarda, yalnızca uçağın erişemeyeceği yerlere kadar yüzey arama bitmiş durumda. Sondajlı aramalar devam, ediyor. Kısalık veya uzunluk izafi birşey. Mühüm olan bulmak veyahut ta bulmak için en modern yöntemleri uygulamak, bugün MTA arama açısından en uygun yöntemleri uygulamaktadır.

Necmettin ERMİŞOĞLU (Maden Yük. Müh. G.L.İ.) :

- 1) Bir nükleer santralın kurulabilmesi için günlük uranyum üretimi ne kadar olmalıdır ?
- 2) Yine böyle bir santralın ekonomik olabilmesi için gerekli uranyum rezervi hakkında bilgi verebilirmisiniz ?

Utku SADIK : Bir 600 megavatlık reaktör için, ister ağır sulu olsun, ister hafif sulu olsun yılda 100 ila 200 arasında değişebilecek bir U_3O_8 üretimi gerekmektedir. Eğer ikinci bir 600 megavatlık reaktör de planladıysanız o zaman 300 ton yıl U_3O_8 hedef alınmalıdır. Bir reaktör için 150 ton hedef alınmıştır.

Şimdi 160 ton yılda üretilirse 600 megavatlık reaktörün 150 ton ihtiyacı karşılanır .Reaktörün ömründe 30 yıl olduğuna göre 30 x 150 ton kadar U_3O_8 rezervine malik olmamız lâzımdır.

.BATEB PROSESİ İLE ALÜMİNA ÜRETİMİNDE BOKSİT KOMPONENTLERİNİN ETKİLERİ

Yazan: Aykut VURAL

TARTIŞMALAR :

Gülhan ÖZBAYOĞLU (Maden Yük. Müh., O.D.T.Ü.) : Önce memleketimizin önemli Mr konusuna gerek teorik ve gerekse pratik yönlerden hareket ederek katkılarda bulunan bu ilginç araştırmasından dolayı yazarı kutlarım.

Titan konusunda otoklavlarda bünyedeki TiO₂'nin Sodyum metatitanat şeklinde bağlandığı söylenmiş. Modelizasyonda ise 4 mole TiO₂ bir mol Na₂O bağlantısı kullanılmış, bu durumun sebebi nedir ?

Aykut VURAL : Titan otoklavlarda Na₂O ile Sodyum metatitanat oluşturmaktadır. Ancak yıkama devresinde titan ve sodyum oksit bağlantısı değişmektedir.

Papp ve Magyarosy Budapeşte'de ICSOBA'da sundukları tebliğlerle kırmızı, çamur devresinde TiO₂ ve Na₂O bağlantısının 4 mole TiO₂ 1 mole Na₂O'ya dönüştüğünü açıklamışlardır. FECHINEY firmasının yaptığı araştırmada 3 mole TiO₂ 1 mole Na₂O bağlantısı ortaya çıkmıştır. Sovyet uzmanları ise her kg TiD₂ için 0.3@7 kg NasO kaybı hesap ederler. Bim bu konuda yaptığımız etüdler pek detaylı olmamakla birlikte, Papp ve Magyarosy'nin araştırmalarına uyushmaktadır. Bu nedenle modelizasyonda 4 mole TiO₂ 1 mole Na₂O bağlantısını kullandım.

Aydım OBUZ (Jeolog. MTA Enstitüsü) :

- 1) Seydişehir Alüminyum Tesislerinde kullanılan boksitin komponent % si nedir ?
- 2) a —1976 yılında elde edilen alüminanın her tonu için kaç klg. Na²O kullanılmıştır ?
b — NaOH fiyatları hakkında bilgi verebilir misiniz?
c — NaOH'ın yurt içinde üretilmesi konusunda çalışmalar var mıdır ?

Aykut VURAL :

- 1) Boksit komponentleri ile ilgili olarak 1976 yılı kimyasal analiz ortalamasını vereyim;
Al₂O₃-SiO₂ - Fe₂O₃ - TiO₂ - CaO - CO₂ - A.Z. H₂O
57.33 - 7.48 - 17.17 - 2.57 - 0.42 - 0.53 - 12.66 - 2,99
- 2) a—1976 yılı köstük katsayısı ortalaması;
103.44 Kg./TON Alümina'dır.
b — NaOH fiyatları 1975 yılında 390 dolara kadar yükselmişti. 1976'da 157 dolara kadar düştü. 1977 yılı barışında ise 75 dolar FOB seviyesindedir. (Romanya)
c — NaOH şu anda Petkim tarafından sıvı olarak üretilmektedir. Ancak satış fiyatları 7-8 bin TL. civarındadır. Ayrıca tesislerimizde sıvı sudikostik kullanımının mahsurları mevcuttur. Sisteme extra su girişi Alumina üretiminde extra buhar sarfiyatı demektir.

Mahmut Şükrü GÖK (Mad. Yük. Müh.) :

- 1) Seydişehir Alüminyum Tesislerindeki Kostik Rejenerasyonu tesislerinde soda kullanarak kostik elde etmek sureti ile maliyetleri düşürmek imkânları üzerinde çalışmalar yapılıyor mu ?
- 2) Soda kullanımını konusundaki görüşleriniz nelerdir ?
- 3) Yan ürün olarak titan, vanadyum gibi metallerin elde edilmesi konusunda çalışmalar yapılıyor mu ?

Aykut VURAL :

- 1) Kostik re jenerasyonunun soda kullanımı ile ilişkisi yoktur. Kostik rejenerasyonu kırmızı çamurun kireç ile muameleye tabi tutularak bünyesinde proses icabı bağlanan Na₂O'nun bir kısmının geri kazanılması işlemidir. Bundan üç yıl kadar önce bu konuda çalışmalar sürdürülmüş ve 1076 Eylül aya kadar uygulanmıştır. NaOH Hatları 3 yıl kadar önce önemli ölçüde yükselmiş (390 dolar/TON NaOH) ve rejenerasyon uygulaması ile ekonomi sağlanmıştır. Ancak son aylardaki fiat düşüşü rejenerasyon uygulamasının ekonomiklik şansını ortadan kaldırmıştır. Ve şu anda uygulama mevcut değildir. Kostik rejenerasyonu NaOH ve kireç fiatlarına bağlı bir uygulamadır. İlerde yine fiatlara bağlı olarak uygulanabilir.
- 2) Alumina üretiminde soda kullanımı, soda ve sudkostik fiatlarına bağlıdır. Şu anda sudkostik kullanımını çok daha ekonomiktir. Ayrıca sodanın kullanılmasında bir takım mahsurlar ortaya çıkmaktadır. Proseste soda kullanımı devreden çözümlerdeki bir kısım Na₂O'nun Na₂CO₃ şeklinde bağlanmasına ve kabuk teşekkülâtının hızlanmasına neden olmaktadır.
- 3) Yan ürün olarak titan ve vanadyum gibi metallerin elde edilmesi konusunda üniversitelerde ve Seydişehir Alüminyum Tesislerimizde bir takım çalışmalar sürdürülmektedir. V₂O₅ ekstraksiyonu yan ürün olarak değerlendirilme açısından olduğu gibi prosesteki olumsuz etkileri nedeniyle de önemlidir. V₂O₅ daha ince hidrat oluşumuna tesir etmekte ayrıca üretilen alumina ve alüminyumun kalitesi etkilenmektedir. Alüminyum metalinin elektrik iletkenliği, V₂O₅ miktarı ile yakından ilgilidir. V₂O₅'in sistemden alınması konusundaki çalışmalarda pilot tesis kurma safhasına gelinmiştir.

Asımı HARPUTLUGİL (Mad. Müh., Karabük D.Ç.İ.) : Sn. Aykut VURAL'I tebrik ederim.

Seydişehir Alüminyum Tesislerindeki Elektrik Enerjisinin maliyetteki oranı ne nisbettedir ?

Aykut VURAL : Ton alüminada 250 - 300 Kwh civarında enerji tüketimi söz konusu. Alumina maliyetinin % 2,5 - 3,5'u seviyesinde. Alüminyum kısmında çalışan meslekdaşı'm Alüminyumdaki enerji tüketimi hakkında daha gerçekçi değerler verebilir.

Hulusi BERK : 60 bin ton sıvı Alüminyum için 1 milyar Kwh enerji tüketilmektedir. Dolayısıyla 1 ton sıvı alüminyum için yaklaşık 17000 Kwh tüketimi söz konusudur.

Özer AYIŞKAN (Dr. Mad. Yük. Müh., M.T.A.) : Hidrat fazına geçen Fe ve Si çöktürmede alınacak teldibirlerle, başlangıçta ne kadar yüksek düzeylerde olsalarda önlenebilir mi, veya başka bir deyişle konsantrasyon durumlarına bağlı olarak kısmen zorunlu bir şekilde hidrat fazıda geçecekler midir?

Aykut VURAL : Şu ana değin Fe ve Si yönünden bir sorun ortaya çıkmadı. Her iki komponent te Sovyetlerle yapılan kbnlratm çok altında gerçekleşmiştir. Alumina Fabrikasında çökürtme işleminden sonra kontrol filtrasyon sistemMie mevcuttur. Fe 'kritik seviyenin üzerinde olduğunda bu ünite devreye girmektedir. Sodyum alüminat çözeltisindeki SiO₂'nin azaltılması ham pulp ve seyreltmedeki desilikasyon şartlarına bağlıdır. Bu şartlar (zaman, temperatür) sağlanmadığı durumlarda SiO₂ konsantrasyonu yükselecek ve zorunlu olarak çıkışı ya kabuk halinde evaporasyon bataryaların üzerinde veya hidratta bulacaklardır.

Yavuz TOPKAYA - Cafer TEMUR (Metalurjist, M.T.A.) :

- 1) Cevher içerisinde alüminyum mineralinin yüzdeleri nedir? X-ray çalışması yapılmış mıdır ?
- 2) Al₂O₃ ve SiO₂'nin mineralojik modifikasyonlarının teorik verim ve silis modülünün hesaplanmasında etkisi olmaktadır mıdır ? Bu iki hesaplamada boksit bünyesindeki Al₂O₃ ve SiO₂'nin tamamı kullanılmış mıdır ?

- 3) Al_2O_3 ve SiO_2 mineralojik modifikasyonları değişince silis modülü değişecektir. Böyle olunca bu model genelleştirilebilir mi ?
- 4) Fe^{+2} 'nin dekompozisyon işleminde etkisi varımdır? Örneğin $Al(OH)_3$ kristallerinin irileşmesine engel olur mu ?
- 5) Demir Alümina 'kalitesine ne şekilde geçer ?

Aykut VURAL :

- 1) Cevherlerin içindeki Al_2O_3 'ün hemen hemen tamamı Böhmit'tir. Sovyetler BMiği'ne göre gönderilen numunelerde (Mortaş ve Doğan kuzu'dan) laboratuvarında % 5 seviyesinde Diaspor'a rastlandığı halde pilot tesis çalışmalarında Diaspor'un ihmal edilebilecek seviyede olduğu görülmüştür. Laboratuvar ve Pilot test çalışmaları birlikte düşünülürse, Mortaş ve Doğan kuzu cevherlerinde % 53-60 Böhmit % 0-5 Diaspor mevcuttur denilebilir. X-ray çalışmaları Sovyet Rusya'da yapılmıştır. Bu yıl içinde tesislerimiz Laboratuvarlarında da başlayacağı kanısındayız.
- 2) Al_2O_3 'ün ve SiO_2 'nin mineralojik modifikasyonlarının teorik verim ve silis modülü hesabında etkisi olmaktadır. Bazı boksitlerde Al_2O_3 , Fe mineralleri içerisinde izomorfik yapıda bulunabilmektedir (Alumohematit, Alumogectit veya Alumomanyetit). Bu yapıda bulunan Al_2O_3 'nin tamamının otoklav reaksiyonları sonunda sıvı faza alınması olanaksızdır. Ancak Türk boksitlerinde bu tip modifikasyonlara önemli ölçüde rastlanmamıştır. SiO_2 'ye gelince kaolinit tipi SiO_2 'nin tamamı çözünmekte, kuvars tipi SiO_2 'nin ise otoklav reaksiyonlarına bağlı olarak bir kısmı çözünmektedir. Türk boksitlerinde SiO_2 'nin büyük kısmının kaolinit formunda oluşu ve ağır otoklav şartlarında kuvarsın büyük bir kısmının çözünmesi nedeniyle modelizasyonda Al_2O_3 ve SiO_2 'nin tamamı alınmıştır.
- 3) Tebliğ'de Mortaş tipi boksitler için bir modelimsyon hazırlanmıştır. Bu model tipi Mortaş tipi boksitler için (Böhmitik tip) geçerlidir.

- 4) Literatürde Fe^{+2} 'nkı dekompozisyon işleminde hidrat kristal irileşmesinin etkilendiğine dair kayıtlar vardır. Ancak bu konuyu şimdiye kadar etüd etmedik. Fe^{+2} 'nin dekompoäsyona intikali ise Fe^{+3} 'e göre çözünürlül'üğünün daha fazla olması ile açıklanabilir.
- 5) Alümina'daki demir aynen Alüminyuma intikal etmekte ve Alüminyum kalitesini bozmaktadır.

DEMİR ÇELİK ENDÜSTRİSİNDE YÜKSEK FIRIN ÖNCESİ MATERYALİN HAZIRLANMASININ ÖNEMİ

Yazan : Dr. Özer AYIŞKAN

T A R T I Ş M A :

İsmail KIROĞLU (Mad. Yük. Müh, M.T.A. Ens.) :

- 1) Örneğtaizdeki yabancı demir çelik tesisinin sıtok ve harmanlama sahasının çok büyük oluşunda demir cevheri ve kok gibi hammaddelerin tamamını ithal etme durumunda oluşunun etkisi var mıdır?
- 2) Deveci sideritleri ile Hasançelebi sineltrik konsan/bresinin paçallanarak sinterlenmesinde tenorun düşmesi ve yüksek fırındaki üretim maliyetinin artması konusu dikkate alındı mı?

Dr. Özer AYIŞKAN : Hammadde hazırlama sahasını büyük tutumalarında ithal cevheri işlemlerinin etkisi olabilir. Ancak bu tedbir ithalât imkânı bulamam endişesinden ziyade çeşitli orijinli cevherlerden hareketle fırını homojen yükleme imkânını sağlamak düşüncesiyle alınmış ve projede bu husus özellikle belirtilmiştir.

İkinci soru ise hakikaten doğru. Niye fırını daha zengin bir cevherle mesela, Hasançelebi sinterlik konsantresi ile beslemiyelim de Deveci cevheriyle karıştırıp ürettiğimiz sinterle besliyelim. En yüksek tenörlü cevherle beslediğimizde en yüksek verimi alabiliriz. Fakat acaba yegâne düşündüğümüz

bu mudur? Türkiyemiz cevher yönünden çok yüksek potansiyelleri olan bir ülke olsaydı en zengin cevherle tesislerimizi beslememiz mümkün olurdu.

Yavuz AYTEKİN (Doç. Dr., Ege Üniv. Maden Müh. Böl.) : Demir - Çelik tesislerinde materyal hazırlama ünitesi, özellikle stoklama sahaları çok geniştir. Stoklama sahalarının üstü açıktır. Cevherin özellikle toz ve killi kısım ihtiva etmesi halinde tatbikattan biliyoruz ki yağmurla ıslanan cevher, hazırlama kısmında (deoplama, ufalama ve elemeye) ıslaklığından dolayı tıkanmalara sebep olmaktadır. (Örnek : İSDEMİR). Redcar projesindeki tıkanmaları önleyebilecek veya bu mahcuru giderebilecek özel tedbirler alınmış mıdır? Nelerdir?

Dr. Özer AYIŞKAN : Teşekkür ederim. Projenin kapsamında bildiğim kadarıyla böyle bir tedbir yoktur. Ancak hemen ilâve etmem gerekir ki tesis ziyaretim sırasında çalışmamakta sadece gerekli hammadde yığılması yapılmakta. Manyetit ve hematit mineralinden oluşan kompakt yapıdaki cevherlerde stoklama dolayısıyla problem doğacağı pek beklenemez. Ancak, ufalanabilir tipte cevherlerde bazı tedbirler gerekebilir.

Misal olarak Deveci sMeritlerini düşünelim. % 34 oranında ateşte zayıf veren sideriti yatak civarında kalsine edersek yaklaşık 1/3 miktar daha az nakliyat yapabileceğiz. Ancak kalsine cevherin stoklanmasında problemlerle karşılaşacağız. Dolayısıyla belki tedbir olarak kalsinasyon yapmadan taşıma ve stoklama düşünülebilecektir.

Güven ÖNAL (Maden Y. Müh., İ.T.Ü. Maden Fak.) : İlk önce tebliğden dolayı kutlarım.

Hasançelebi cevherinin konsantrasyonunda titanın uzaklaştırılmamasının nedeni nedir?

Bu konuda kesin teknolojik araştırmalar yapılmış mıdır?

Dr. Özer AYIŞKAN : Hasançelebi cevherinde titanın büyük bir kısmı titanomanyetit pek az kısmı ilmenit veya rütil mineralleri yapısındadır.

Zenginleştirme işlemi sırasında ilmenit ve rütil mineralleri ayrılabilen, dolayısıyla titanın küçük bir kısmı atılabilir. Fakat esas büyük miktarda titanı içeren titanomanyetit minerali zenginleştirme sırasında konsantre içerisinde kalmakta ve problem yaratmaktadır.

Mineralojik etüdler ayrıca titanomanyetit minerali içerisinde lameller halinde girdiğini ve en ince öğütme- lere rağmen serbestleştirilemeyeceğini göstermektedir. (Mikro - Probe)

Yapılan teknolojik testlerde bu görüşü doğrulamaktadır. Sinter konsantresi en ince öğütmeyi takiben pelet konsantresi şekline dönüştürüldüğünde dahi titan ihtivasında bir değişme görülmemektedir.

Sonuç olarak bu konuda kesin teknolojik araştırmalar yapılmış, konsantredeki titan tenorunun azaltılamayacağı saptamıştır.

Serap AKIN (Met. Müh., M.T.A.) : Yüksek fırında üretilecek pik ürün çeşitleri için değişik alternatifleri uygulanması halinde kullanılacak hammaddenin kimyasal önlüklerinde değişimler olabilir. Bu durum tebliğdeki demir cevheri kullanımını için gözönüne alınmış mıdır?

Dr. Özer AYIŞKAN : Tebliğde de ifade ettim sanıyorum. Karıştırma alternatifleri sayısızdır diyebilirim. Çünkü biz 4 tane büyük zenginleştirme tesisinden bahsediyoruz. 4 tesisten çıkan sinterlik ve peletlik ürünler hesaba katılacak olursa demir - çelik tesislerine gelen konsantreler belki 7'ye, 8'e çıkacaktır. Bunun yanında özel teşebbüsten gelen cevherleri ayrıca düşündüğümüzde karıştırma alternatifleri bir hayli fazladır. Biz burada sadece örnek olmak üzere, o da sadece sinterlik konsantrenin karıştırma oranları konusunda bir düşüncemizi¹ ifade ettik. Herhalde tesiste bu karıştırma oranlarını hesaplayacak olan eleman kendi tesisinin nasıl, bir ürün üretmek istediğini ilk plânda gözönüne alacaktır. Mesela bazı tesisler manganlı bir hammaddeyi tercih edebilecektir. Bunlar karıştırma oranlarının tesbitinde önemli kriter olacaktır.

Ali BAŞOL (Mad. Müh., E.T.K.B.) : Mekanize edilmiş materyel hazırlama tesislerinin ilk yatırım ve ton celle üretimine tekabül eden işleme masrafları konuşumda bir etüt yapılmış mıdır? Yapılmışsa değerler nedir (Türkiye Demir - Çelik Tesisleri için) ?

Dr. Özer AYIŞKAN : Böyle bir araştırma yapılmadı, zaten ilkin konunun bir oranda benimsenmesi lâzım. Ancak projelendirdikten sonra bu işin geliri ve gideri ortaya çıkacaktır. Fakat her halükârda ibu işin ucuz bir iş olmadığı herhalde tebliğimin çeşitli yerlerinde söyledim. Çok kompleks bir sistem hattâ organizasyonu yönünden de çok kompleks. Bir evher bir yere giderken öteki başka yere gidecek ve belki de bu sadece gitti geldi ve kaşım oranlarını ayarlamak için bir kompitür gerekebilecektir. Onun için yatırım konusunda birşey söylemiyeceğim.

Tayyip ERİŞEN (Mad. Y. Müh., M.T.A. Ens.) : kalkerli demir cevherlerinin yüksek fırında kullanılabilmesi konusunda örnekleme yaptığımız Silifke Kürter Cevherinin silis oranının da yüksek olması kullanım için bir engel teşkil etmeyecek midir? Hangi oranda silise ve kalkere sahip düşük tenörlü demir cevherinin kullanılabilmesi mümkün olabilecektir?

Dr. Özel AYIŞKAN : Silifke Kürtler Cevheri konusunda bizim M.T.A. olarak üzerinde çalıştığımız cevherden bahsettim. Bu cevher % 30.8 Fe, % 7 CaO ve % 6-1 SiO₂ ihtiva etmektedir. Ayrıca Silifke civarındaki Besitepe ve Taşbaşıtepe cevherleri % 30 - 38 Fe₂O₃, % 4 - 7 SiO₂, % 25 - 30 CaO ve % 29 ateş zayıatı içermektedirler. İçerilerindeki empürteler eser miktarlardadır.

Kimyasal analizinden de anlaşılacağı gibi cevherler Fe dışında önemli empürite olarak yalnız CaCO₃ içenmektedirler. Diğer bir deyimle cevher demirce zengin kireçtaşı olarak da tanımlanabilir. Her ne kadar eldeki numuneler içindeki CaCO₃'ü atarak demir tenorunu yükseltmek yolundaki zenginleştirme çalışmalarına devam ediliyorsa da, bu cevherle-

rin demirce zengin kireçtaşı olara kkullamlabilmesi müm-kündür kanısındaım.

Aykut VURAL (Maden Y .Müh) : Demir - Çelik Tesislerine beslenecek cevher birleşimi araştırması yapılırken rezerv durumları dikkate alınmış mıdır? Tüm cevherlerin değerlendirilebilmesi açısından bu durumda değerlendirilmesi *ge-rekmez* imiydi?

Dr. Özer AYIKŞAN : Tebliğde belirtilmiş olan bileşim araştırmaları örnek olarak yapılmıştır. Özellikle Deveci Sideritleri ve Çamdağ cevherlerinin kullanılma imkânları gösterilmeye çalışılmıştır.

Yatakların rezervlerinin kanştırma oranında kriter olarak alınmayışının nedeni problemin sadece sinter paçallamasıyla çözülemeyeceğidir.

Yapılacak paçallamalar her tesis için yaklaşık 4 ayrı bileşim araştırması olarak özetlenebilir.

- 1) Direkt şarja uygun özel teşebbüs parça cevherlerinin paçallanması,
- 2) Sinter besleme cevheri paçallanması,
- 3) Pelet besleme cevherinin paçallanması,
- 4) Fırına şarj edilecek sinter, pelet, parça cevher ve katık maddelerinin paçallanması.

Tabii ki, paçallamaların herbiri için ayrı ayrı gelecek olan cevherlerin yerlerini, homojen olarak beslenebilecek olan şarjın kalitesini tayin edip bu karışım formüllerini saptamak lâzım .Biz burada sadece iki tesisimiz için sinter bileşim araştırmasını yapmaya çalıştık. Gerçekte yapılacak iş tabii ki çok daha fazla ve karışıktır.

Mahmut Şükrü GÖK : Redcar projesi material hazırlama tesisleri için bir yerleşim alanı belirttiniz; bu yerleşim alanında, hazırlama teskinin beslediği demir - çelik tesisinin işgal ettiği alan ne kadardır? Hammadde hazırlama sahası ile tesis sahasını karakterize edebilecek bir oran var mı?

Dr. Özer AYIKŞAN : Bende bu suale tahminen cevap verebileceğim. Projeksiyondaki resimlerden gördüğümüz kadany-

la, orantılı olarak söyleyeyim, eğer materyel hazırlama ünitesi 4 ise tesislerin yani yüksek fırın ve çelik üreten tesislerin kaplamış olduğu alan kanımca 2,5 - 3 ölçüsünde. Yani materyel hazırlama ünitesi daha büyük bir yer işgal ediyor. Yalnız materyel hazırlama ünitesinin içerisinde sinter ve pektis tesisleride yer almakta.

Alpel TURAK (Kimya Müh., M.T.A. Ens.) : Yüksek fırına beslenecek cevherin hazırlanması için gerekli görülen ünite yüzde olarak sabit yatırımı ne derecede arttırır?

Dr. Özer AYIŞKAN : Herhalde çok büyük yüzde olarak arttırır, fakat biraz evvelki sorumuzda söylediğimiz gibi, ona burada değinmemize hakikaten imkân yok. Çünkü söylenecek rakamlar ancak büyük hesaplamalar sonunda verilebilecek rakamlar, cevap veremediğim için üzgünüm.

Turan DÜNDAR (Maden Y. Müh.) :

- 1) Kok üretiminde Amasra kömürlerinden yararlanılabileceği belirtildi. Çan linyitlerinden kok üretimine ilişkin araştırma var mı? Varsa sonuçları?
- 2) M.T.A. Teknoloji Dairesinin kok yapımına ilişkin çalışmaları endüstriye ne ölçüde yansıyor?

Dr. Özer AYIŞKAN : Amasra kömürlerinin kok yapımında kullanılması konusunda biz M.T.A.'la laboratuvar çapında çalıştık, olumlu sonuçlar aldık. Ancak yapılan çalışmalar laboratuvar çapında yürütüldü .M.T.A. Enstitüsü laboratuvarlarında mevcut 1200 kg şarj kapasiteli Jenkner Retortu içerisinde önce' Zonguldak kömürü konularak koklaştırıldı ve elde edilen bu kök baz kabul edilerek, şarj içerisindeki Amasra kömürü oranı kademeli olarak artırıldı. Neticede % 30 Amasra + % 70 Zonguldak kömürü 'karışımından elde edilen kok ile saf Zonguldak kömüründen elde edilen kok sağlamlığı arasında büyük bir fark olmadığı saptandı. Ancak, elde edilen karışım kokun metalurjik tok evsafında olup olmadığının kesin olarak tespit edilmesi için bu çalışmanın daha büyük ölçeklerde yapılmasında (Örneğin Ereğli'de mevcut 400 kg kapasiteli test fırınında) yarar vardır. Elde

edilecek sonuçlara göre, tespit edilecek karışım kok fabrikalarına şarj edilerek, üretilecek kok yüksek fırınlara verilebilir. Görüldüğü gibi araştırma kuruluşlarında üretilen bilgilerin endüstriye tatbikatında, işletmeciler kuruluşlara büyük görevler düşmektedir. linyitlerimizden kok üretimi, üzerinde hassasiyetle durduğumuz bir diğer konu. Biliyorsunuz linyitlerden kok üretiminde formed-coke prosesi üzerinde çalışıyoruz. Kok üretiminde çeşitli ülkelerde yapılmış çalışmalar var, biz bu ülkelerle işbirliği yaparak bu projeyi geliştirmek yolundayız. Örneğin son olarak Birleşmiş Milletlerle bu konuda bir işbirliği anlaşması yaptık. Kısa sürede bu projenin gerçekleştirilebileceğine ve olumlu sonuçlara ulaşabileceğine inanıyoruz.

Necip KÖROĞLU (Maden Müh.) : Fırının (beslenmesinin sürekliliğinin) titan sorununun çözümüne etkisi nedir?

Dr. Özer AYIŞKAN : Yüksek fırına giren Titan oksitlerin çoğu ya Ti_2O_3 veya TiO halinde cürufa geçer. Bir kısmı Ti (C.N) katı çökeltileri halinde haznenin dibine çöker. Sıcaklık ve zamana bağlı olarak değişen çözünürlük sınırları içinde çok az bir miktar titanyum da (% 0,3 kadar) pike geçer.

Pike geçen titan verilen limit civarında ise azot miktarını azaltır. Ancak daha çok yüzdede fee pikin viskozitesini artırması yönünden mahzurlar yaratır.

Cüruftaki titan ise ancak % 9 un üzerinde bulunması halinde viskoziteyi artırır. (Bu oranın altındaki titan aksine cüruf viskozitesini düşürmektedir.)

Ti (C.N) katı çökmesi ise yüksek fırın haznesindeki refrakterlerin ömrünü uzatmaktadır. Bu husus Japonya'da Chiba 5 No. lu yüksek fırında 1965-1970 yılları arasında yapılan deney ve gözlemlerden elde edilmiştir.

Titan yüzdesinin yüksek fırında baca tıkanması ile ilgili problemi yaratacağı konusunda literatürde hiç bir deneye rastlanmamıştır.

Namık ATALAN (Arama Etüd Müh.) :

- 1) Amasra Kömürlerinin % 30 nispetinde Zonguldak havzası kömürleriyle karıştırılmasının memleketimiz demir çelik fabrikalarının kok-kömürü ihtiyacını karşılama-daki payı ne olacaktır ? Yani tüketim ve rezerv yönün-den kömür ithaline meydan bırakmıyacak durumda mıdır?
- 2) Erdemâr olarak bu tür araştırmalarınızda yanınızda olacağımızın bilinmesini rica ederiz.

Dr. Özer AYIŞKAN : Zonguldak Havza rezervi 890 milyon ton, faydalı rezerv 750 milyon ton tahmin edilmektedir. Koklaşmaz kalitedeki kömür rezervlerimiz Armutçuk ve Amasra'da 200 milyon ton faydalı rezerv 180 milyon tahmin edilebilir. Oranlarsak Koklatmayan kömürlerimizi kullanmakla yaklaşık: % 20 ölçüde kok potansiyelimizi arttırabiliriz.

Demir çelik fabrikamızın kömür ithali konusunda ise biliyorsunuz bir ton mayi demir üretimi için 800 - 900 kg^l, kok sarfediyoruz. 1977 yılında 4.4 milyon ton, 1982 yılında 8.05 milyon ton demir üreteceğimiz öngörülmüyor.

Şu halde 1982 yılında kök ihtiyacımız $8 \times 0,86 = 6.80$ milyon ton olacaktır. Bu da 1.55 ton maden kömürden 1 ton kok üretildiğine göre $6.8 \times 1.95 = 10.54$.milyon ton taş kömürü demektir.

Yusuf ŞİRİN (Bladen Müh.) : Yurdumuzdaki tesisler halen % 45 ve daha yüksek tenörlü Pe cevherlerini şarj edebilmektedir. Bunu eldeki olanaklarla yükseltmek olası! mıdır ? Silis oranı yüksek olan cevherlerde durum nasıl olabilir ?

Yurdumuzdaki (ki daha çok küçük yataklarda) bazı demir yataklarında barit oram da fazladır. Bunun şarja etkisi ne olabilir?

Dr. Özer AYIŞKAN: Birinci soruya cevap olarak tebliğde hesaplanan değerler hazırlanabilir. Görüldüğü gibi cevherlerimiz üzerinde yeteri ölçüde durduğumuz takdirde tesis-

terimizi en az % 57 - 59 Fe içeren sinter ile besleme olasılığımız vardır.

Ülkemiz yüksek oranda silis ihtiva eden cevherlerce zengindir. Bu tip cevherlerin zenginleşme imkanları her şeyden çok minerolojik yapılarına bağlıdır. Çok ince yapıda girişimler halinde bulunmadıkları takdirde zenginleştirilebilecekleri düşünülebilir.

İkinci soruda ise : Baritin $BaSO_4$ olarak fırına girmesi halinde husule gelecek kükürtlü gazların fırının üst seviyelerinde refrakterlere -zararlı etkileri beklenebilir. Kalan baryum oksit ise özellikleri yönünden kalsiyum okside benzer. Yani bazikliği! arttırır. Ancak bu hassası molekül ağırlığının fazla oluşu nedeniyle CaO kadar etkin değildir ve sülfür alıcı hassası yönünden de CaO kadar etkin olamaz.

Oturamı Başkam : Teşekkür ederim. Sayın Asse. Prof. Dr. Zeki DOĞAN'a söz veriyorum.

Prof. Dr. Zeki DOĞAN : Sayın Başkan, Sayın Delegates. Hepinizin müsamahasına ve yazarın'da müsamahasına sığınarak bir kontrübüsyonda bulunmak istiyorum .Malumunuz bu titan konusu ikide birde ortaya çıkıyor, acaba bunun orijini nedir? Gönül isterdi ki sayın Prof. ERTEN burada bulunsun ve bunu daha iyi bir şekilde sizlere aktarabilsin. 3. Demir-Çelik Sanayi kurulmadan önce Sovyetlerle yapılan müzakerelerde sayın ERTEN malumunuz müessese müdürüydü, müzakerelere kendileri iştirak etmişlerdi.

Sovyetler, Türkiye cevherlerini sorduklarında, Divriği Cevheri öne sürülmüştür ve Divriği cevherinde malûmunuz titan çok düşüktür. Yani bir titan problemi mevcut değildir. Bugün İskenderun projesine baktığımız vakit, Sovyetlerin buna bakarak titan'ı 0,016 % olarak saptadıkları görülür. Malûmunuz bizim Payas cevherlerinde de titan çok yüksektir. Aynı şekilde bu, Hasamçelebi ortaya çıkınca titan problemi olarak karşımıza çıkmıştır ve sunuda ilave edeyim ki yine benim duyduğuma göre Sovyetler % 1'e kadar titanı gayet rahatlıkla işleyebiliyorlar.

Yazara tamamiyle katılıyorum, Hasacelebi cevherini peletlik yapmak, yahut sinterlik yapmak sorunu ozmeyecektir. Yine titan az veya çok sinterlik veya peletlik konsantrede bulunacaktır. Ancak Hasacelebi cevherinde bir önemli unsurda alkali meselesidir. Şimdi alkali problemide yeni çıktı karşımıza. Benilebilirki, alkali yani $Na^+O + K_2O$ içeriğinin % 0,3' geçmemesi gerekiyor. Ondan dolayı belki peletlik veya sinterlik problemi karşımıza çıkacak, belki tamamiyle peletliğe gidecek, o ayrı bir hikye. Ancak ben bu linyitlerin koklaŐması meselesinde MTA'da yapılan aŐuŐmalan çok büyük memnunlukla karŐıladım, hakikaten memleketimizin bugün büyük bir problemlidir.

Binde, hafızalarınıza sığınarak, yani benim eski bir MTA'lı olmam dolayısıyla daha evvel yapılan çalışmalara değinmek istiyorum. Sayın Pekmezciiler'de burda, sayın Dr. Gönen'de hatırlıyacıklar. Fikret BAYRANA, MTA Enstitüsünde, linyitlerin koklaŐtırılması üzerine çalışmalar yapmışlardır, ancak bu çalışma tamamiyle linyitlerden değildir. Linyit ve Zonguldak kömürünü karıştırmak suretiyle gayet güzel kok elde etmişlerdir. Bunun tebliğde, Zonguldak'ta yapılan Cenco sempozyumunda mevcuttur.

Oturumu Başkanı : Sayın Prof. Dr. Zeki Doğan'a ilginç açıklamasından dolayı teşekkür ederiz. Bu arada belirtmekte yarar görüyoruz; 1974 yılında Türkiye'nin kok yapılabilcek evsaftaki kömür üretim potansiyelinin ancak % 48'i demir elik endstirisine verilmiştir. 1976 yılında da aşağı yukarı % 50 den biraz fazla bir miktarı verilmiştir. Kok kömürü yaplafoilecek, koflaŐabilecek evsaftaki kok kömürü potansiyelinin ancak % 50 sinin demir elik, sanayiine verilebilmesi Türkiye için daha bir kaç sene dışardan kömür ithal etmeden kömür dağıtımı suretiyle mümkün olacaktır. Sayın konuşmacıya ve vakit bir hayli ilerlemiş olmasına rağmen sabırla dinlediğiniz için hepinize teşekkür edip bugünkü oturumu kapatıyorum.

UZUN AYAKLARIN TAHKİMİNDE KULLANILAN YÜRÜYEN TAHKİMATIN UYGULAMA KOŞULLARI

Yazan : Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN

T A R A T I Ş M A L A R :

Kâzıı» KARAKOÇ (Maden Yük. Müh., GLİ) :

- 1) «G.L.İ. Tunçbilek Bölgesinde yalnız tavan ayaklarda tatbik edilebilir» diyorsunuz. Buna göre;
 - a — Tavan ayaklarda sık sık karşılaşılan silisli kaynak taşları lâğımla bertaraf edilebileceğinden ayna mekanizasyonu nasıl sağlanmalıdır?
 - b — Ayna mekanizasyonu yapılamayacaksa yürüyen tahkimat gibi pahalı teçhizat gerekli midir? Niçin?
- 2) G.L.İ. Tunçbilek Bölgesinde damar kalın olduğundan (8 -12 m.) taban ayaklarda, arkadan kömür almaya imkân veren tipte (muz'lu sistem) yürüyen tahkimat tatbik edilemez mi?
- 3) Tatbikatta ayak ilerleme yönündeki meyil kaç derece olmalıdır?
- 4) Teçhizat üniteleri ayak kaçamak yollarında olmak şartıyla; 200 m. lik bir ayak için ünitelerin montaj ve demonta j zamanı kaç vardiya olabilir bir değer verebilir misiniz ?

Assoc Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Dikkat edilirse az önce dedimki; şayet alında kömür mekanizasyonu - yani kömür

kazısı - mekanize edilirse; bu sorun çözümlerse, bu tahkim metodu uygulanabilir. Hepsi birbirine bağlıdır. Yürüyen tahkimatı koymuşum, altında kazı yüzünden ilerleme olmamış, yavaşlamış, hiç bir işe yaramaz. Bir zincir, kendisini teşkil eden halkalardan en zayıfı kadar kuvvetlidir. Çok kalın halkalar ve bir tane 'zayıf halka' varsa çektiğiniz zaman zincir zayıf halkadan kopar. Bunlar zincirleme birbirine bağlı işlemlerdir, hepsinin koordine edilmesi lazım. Hepsinin zaman içinde, mekan içinde birbirine uyumlu olmasını sağlamak şartını koştum. Eğer alın mekanizasyonu yapılabilirse, uygulanabilir. O bakımdan uygulama şansı var. Uygulama şansı var demek, uygulanabilirden daha az ihtimalli demektir, daha az olanaklı demektir.

Efendim şimdi', kalın damarların çalışması konusal ; yürüyen tahkimatla ilgisi olmayan ayrı bir konudur. Ben şahsen Tunçbük'te (iben orda 5 sene etüd mühendisliği yaptım) benim daima ileri sürdüğüm şeydu : Efendiler tavan kömürünü göçertme ile alacağız. 2 metre veya 2.20 metre. Sonra tabana gireceğiz, ramibleyle kes ve dolduru yapacağız. En sonra orta kömürü göçerterek alacağız. Bu benim o zamandan bu yana kafamda olan çözüm yoludur. Ben taban kömürün alınarak orta kömürün arkadan alınmasına şahsen karşıyım. Zira;

- 1) Kömürün hepsi alınamıyor,
- 2) Kalan kömürler yanığın yapıyor.

Ben 1956 senesinde orda bir yangınla karşılaştım muhterem meslektaşlarım; ömrümde ben öyle korkunç bir şey görmedim. Allah sizi inandırsın şu beyaz gördüğünüz duvar (boyutunda kıpkızıl bir cephe ile karşılaştım. 10-15 metreden beni yakıyordu. Orda 300 bin ton kömür bıraktık, rayları bıraktık, pahada ağır yükte hafif ne varsa toplayıp kaçtık. Onun için, arkadan kömürün hepsi alınamayacağı, yangın tehlikesinin mevzubahis olduğu bir sistemde ben yokum. Bu benim şahsi fikrimdir, iştirak eden olabilir, beğenen olabilir, beğenmeyen olabilir, her fikir muhteremdir.

Ayak ilerleme yönünden meyil olmaz. Ayak direksiyona paralel gider. Çalışılan ayağın en büyük meyili, ancak çok me-

yilli damarlarda diyagonal ayaklar mevzubahistir. Onda ayak anlının meyli mevzubahis olabilir, tabii en büyük meyilden bir miktar kaçarak. O bizim burdaki konuşmamızın dışındadır. Dr. Sprutt'un anlattığına göre, bir ayağın dizilmesi 10 -12 gün sürüyor. Sökülmesi bir hafta sürüyor. Taşınması da 3-4 gün sürdüğüne göre, yani bir panodan diğer bir panoya göç etmek şöyle böyle bir aya varıyor. Biz senede 4 defa pano değiştirirsek 4 ay kaybederiz efendiler. Bu, pano uzunluğunun ne kadar önemli olduğunun açıkça delilidir.

Prof. Dr. Cernai BİRÖN : Sayın Tacettin ATAMAN'ın yurdu-muz madenciliğinin mekanize olarak çalışması hususuna ışık tutan bu tebliği için kendisine teşekkür eder, aşağıdaki hususlarda ilâve bilgi vermesini rica ederim.

- 1) Tebliğde 9. sahife, madde 11 olarak verilen, yatay hareketlerin yürüyen tahkimatı etkileme hususunu daha fazla açıklığa kavuşturulmasını rica ederim.
- 2) Garp Linyitleri İşletmesi ana damarlarında, orta ve taban kömürünün arkadan göçertme suretiyle alınmasını sağlayan yürüyen tahkimat hakkında fikirleriniz nedir ?
- 3) Orta Anadolu Linyitleri için tavan ve taban damarlarının birlikte çalışması, aynı nakliyat sistemi ile alınması daha avantajlı olmaz mı ?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Efendim, yürüyen tahkimat, hidrolik direklerle çelik başlıkların, mafsalları büyütülmüş, genişletilmiş bir kombinezonudur. Biz hidrolik direklerin taşıdıkları düşey yükleri, meyil az olduğu için, tabana dik gelen yüke yakın görüyoruz. Kesitleri, düşey yüklerle karşı hesaplanarak yapılmıştır. Şimdi, yatay izafi hareketler oldu mu, bu düşey sisteme karşı hesaplanan düzende momentler işin içine giriyor. Bu momentler düşey yüklere karşı hesaplanmış belli bir emniyet kat sayısı ile yapılmış bir sistemde, elbetteki dengeyi büyük çapta bozar. Şayet İngilizlerin yaptığı gibi; taş duvarla kısmî rabmle yapılırsa, yer yer taş duvar, bu ünitelerin bu gibi momentlere maruz kalmasını önleyen bir tedbirdir. Ama her tedbir gibi

bununda bir sakıncası vardır. Bu sakınca da; kuru duvar sisteminin paraya muhtaç olması, işçiliğe muhtaç olması, birde zaman kaybına sebep olması.

Şimdi, görmüş olan meslektaşlarım çok iyi bilirler; kalın bir damar, 2 veya 3 dilim - dilimde demiyeceğim ona tabaka - halinde almıyor. Bu şartlar içinde demin arzettiğim düzgünlükte bir taban yaratmaktır.

Ordaki A marnı, B marnı, C marnı (enterkalasyonları) kalınlık itibariyle düzgün olmadığı gibi seviye itibariyle de düzgün değil. Onların da dalgalandığını görüyoruz. Demekki biz, bu enterkalasyonlar üzerinde bu tahkimatı yürütenleyiz. O halde bir miktar kömür üzerinde yürüteceğiz. Bu biraz güç geliyor bana, benim şahsî kanaatim odur ki; ancak tavan kısmını ele alarak bunu uygulamak, o da muhakkak uygulanabilir demiyorum, denemeye değer.

Hiç şüphe yokki birbirine yakın iki damarı bir tek nakliya sistemiyle, birtek ihzarait sistemiyle almak elbetteki en ekonomik şekildir. Simidi, üstteki damar ve alttaki damar toplam kalınlığı, şayet 2 metreyi aşmazsa, bu 2 metrede çalışmak imkânı olabilir. Yok, 1,20 metre altında oldukça kaim bir enterkalasyon, onun altında ikinci bir damar varsa; birinci kaim olan damar bu sistemle çalışır, bir müddet sonra ikinci damar klasik hidrolik direklerle de çalışabilir. Yani biz, tavanında yürüyen tahkimatla çalıştık diye birde ayrıca tabanında aynı şekilde çalışmak zorunluğunda değiliz.

Zeynel ERGİN (Maden Yük. Müh., TKİ.) : Sn. ATAMAN, Orta Anadolu Linyitleri İşletmelerinde yürüyen tahkimatın uygulanmasını mümkün buluyor. Öyle ise; yanılmıyorsam O.A.L. İşletmesi - Beypazarı - Çok yakın bir gelecekte 1,1 milyon tonla üretime geçecektir. Acaba ayaklarda hangi tip tahkimat kullanılacak ve bu tipin seçimi için nasıl bir bilimsel çalışma yapılmıştır ?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Sayın Zeynel Bey, hocalığını yaptığım, iftihar ettiğimi bir talebemdi. Şimdi de kendisiyle iftihar ettiğim bir yüksek mühendis arkadaşımızdır. Unutmasmki ben Ortadoğu Teknik Üniversitesinde mü-

tevaà bir hocayım. TKİ'de Umum Müdür değilim. Umum Müdür Teknik adamı da değilim. Yani bu hususta karar almak ibana düşmez, ancak hocam gel derlerse, beraber bu problemi çözelim derlerse o zaman naçiz teklifimi orada açıklamak durumunda kahrım. Şimdi hiç birşey söylemek hak ve selahiyetine haiz değilim.

Muamtmr COŞKUN (Maden Yük. Müh.) : «Yürüyen tahkimatın» sakıncalarından, ilk tesis masrafının klâsik tahkimata nazaran 2,5 - 3 kat olduğu belirtilmektedir. Klâsik tahkimatın hidrolik direk ve çelik sarma olduğu görüşünü kabul edersek, Sayın Dr. Tacettin ATAMAN, yürüyen tahkimatla ağaç tahkimat maliyetlerim mukayese edebilir mi?

Ayrıca maliyetler hakkında bazı mukayeseli rakamlar verebilir mi ?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Bu soru enteresandır. Ağaç tahkimatın, bir ton satılabilen kömür maliyetindeki payım soru sahibi iyi bilir. Klasik çelik tahkimat ile hem randıman artmakta ve hem de direk sarfiyatı azalmaktadır. Bu hususları kıymetlendirmek için E.K.İ. bünyesindeki bir maden mühendisinin birkaç haftalık bir inceleme yapması gerekir.

Mahnifut Şükrü GÖK : Türkiye madenciliginde tahkimat konusuna daha fazla eğilinmesine yol göstermek bakımından tebliğ büyük önem taşımaktadır. Konuşmacıya bu hususta teşekkür ederim.

Ancak; bugüne kadar Türkiye'de madeni tahkimata tam olarak geçilememesinin çeşitli nedenleri arasında; madeni tahkimatın Türkiye'de imal edilme yoluna gidilmemiş olması söylenebilir. Örneğin; 1975 yılında Zonguldak Kömür Havzasında çeşitli firmaların imali olan 3.000 civarında madeni direk bulunduğu halde, Havzada madeni tahkimattı ayak yoktur. Halbuki bu kadar madeni direk tek tip ve uygun boylarda olsa, 100'er m. lifç 5 ayak teçhiz etmek mümkündür. Havzada bugün çeşitli tipte, boyda ve çeşitli firmaların imali 3.000 civarında demir direk bulunması, geçmiş yıllarda Havzada madeni tahkimat kullanma yoluna gidildiğini,

fakat ikmai imkânlarının kısıtlı olması nedeniyle bu uygulamanın devam ettirilmediğinin bir kanıtını teşkil etmektedir. Yürüyen tahkimat kullanılmasında da aynı sonuca varılmaması için,, yürüyen tahkimatın Türkiye'de yapılacak kısmının Türkiye'de yapılması, yapılamayan kısımların ithali yoluna gidilmesi ve buna paralel olarak, uygulanabilir çefc panoların tesbiti üzerinde önemle durulması lâzımdır.

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Sayın meslektaşına teşekkür ederim. Yaramı deşti. Sene 1952, Rhur Havzasını tetkike gittim. Orda G.H.H. firmasıyla, 2,5 milyon Türk Lirasına bir çelik başlık ve sürtünmeli demir direk fabrikası kurma ön pazarlığını yaptım. Karabük profilleri yollayacak, Pilyos'ta imal edilecek, Zonguldağa gidecek.

Bu böyle bir hat ki, bunun, bozuldu mu takibi yapılamayacak. Geldim Etibank İdare Meclisine, «Bunu getirteceğiz». Tanrı rahmetini bol etsin Cemil GÖKÇEN Bey yüksek inşaat mühendisi, maden mühendisi değil, Etibank Umum Müdürü. «Tacettin Bey» dedi, «biz direk imalatçısı değiliz. Biz kömür çıkartıcısıyız.» «Beyefendi» dedim, «G.H.H. firmasının 3 tane kömür ocağı var, Türkiye'den daha fazla kömür çıkarıyor. 6 bin tona kadar gemi yapar, kompresörler yapar, kuyu teçhizatı yapar, yapar. Biz, milletin neye ihtiyacı varsa onu yapmamız gerekir» dedim.

T. Barbaros SATIRLAR (Maden Yük. Müh., M.T.A.) : Yürüyen tahkimatlardaki teleskopik kayma, damar kalınlığında ne kadar değişmeye müsaade etmektedir ?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Efendim Dr. SPKUT Almanların uzun ayak tahkiminde büyük bir otoritesi olan 75 - 80 yaşlarında bir adam. Şans bana o adamı tanımak fırsatını verdi. Ben onu, Dr. Jakobin'in yanında KARY/ESSEN araştırma merkezinde mütehassıs olarak çalışırken gördüm. Sene 1969, hatta 1964 de bastırıldığı kitabı bana kendisi hediye etmek ve altını imzalamak nezaketini gösterdi. Onun tezine göre; teleskopik kayıma bir metalik hidrolik direklerle daha yüksek, yürüyen tahkimatta daha azdır. Bunun belkide ananevi bir sebebi vardır. Yürüyen tahkimat İngil-

iere'de doğmuştur. İngiltere'de doğan bu tahkimat İngiltere'de diamar kalınlıkları varyasyonları az olduğu için, onlar tarafından ananevi olarak az bir kayma payı bırakılmıştır. Siz direk sipariş verdiğiniz zaman belki bu miktarı firma ile konuşup biraz artırma imkânınız olabilir.

Ertürk OKYAY (Maden Yük. Müh., GLİ) :

- 1) G.L.İ. Tunçbilek işletmelerinde tavan ayaklarda yürüyen tahkimatın uygulanabilir olduğunu söylediniz. Adı geçen işletmede taban ayaklarda göçertmeli uzun ayak sistemi uygulanmakta ve arkadan kömür alınmaktadır. Tavan ayakları mekanize olduğunda ayak ilerlemesi büyük ölçüde artacak, taban ayakları günde maximum 0,75 m. ilerleme yapabileceğinden; yanmaya müsait damar, 800 metrelik bir panoda yangın tehlikesi doğurmuş olmayacak mıdır?
- 2) G.L.İ. Tunçbüefc yeraltı işletmesinde tavan ayak çalışmayıp, yürüyen tahkimat ve tamburlu kesicilerle teçhiz edilmiş taban ayaklarda özel hidrolik eklenitili sistem ile arka kömürünün alınması daha uygun değil midir?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Efendim, Kahn bir damarın avantajları var. Çok kömür ihtiva ediyor. Fakat belaları dia var. İşte belalardan birisi de taban ayakla tavan ayağın bir birine bağlı oluşudur.

Bunu oturup incelemek lazım ve buna bu anda, bir dakika içinde karar vermek doğru değildir. Biz Üniversite olarak bütün devlet kuruluşlarına diyoruzki; sizden para almaya-çağız, biz para aşıklısı değiliz, size bedava müşavirlik yapalım diyoruz. Bunu söylediğimiz halde blngün birisi açıpta telefonu Tacettin Bey, yahutta Ahmet Bey, Paşa Bey, Paşamehimetoğlu gelinde şöyle bir problemimiz var, konuşalım demedi. Bu 13 senedir benim üniversitede. Bir defa Gürbüz Bey bizi Tunçbilek'te ayaklarda basınç ölçmelerine çağırdı. Gittik bir hafta kaldık, bilenler ihatırlayanlar bilir. Bu vazifemizi yaptık ve raporumîMı verdik. Hepsi bu kadar. Bundan sonra bir daha hiç bir problemde karşı karşıya gelmek şansına sahip olmadık.

_ŞinasI ESKİKAYA (Öğretimi Üyesi, İTÜ) :

- 1) Yürüyen tahkimatla karşılaştırıldığında şilt tahkimatın bugünkü durumu ve geleceği hakkında birşey söylemek mümkün müdür?
- 2) Meselâ, Zonguldak'ta arızasız ve tertemiz 800 m. uzunluğunda bir pano bulunsa; böyle bir pano yürüyen tahkimatın uygulanması için yeterli olabilecek midir?
- 3) Asgari 800 m. pano uzunluğu koşulunun bir faktörünün de damar kalınlığı olması lâzım gelir. 800 m. tespitinde damar kalınlığı ne kadar olarak düşünülmüştür ? Damar kalınlığı ile pano uzunluğu arasında Avrupa'dakd uygularlara göre kaba bir bağıntı var mıdır?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN :

- 1) Shield (şilt) tahkim şekli nisbeten plastik nitelikte bir hemencecik tavan (immediate roof) olan ve yürüyen tahkimat uygulanan ayaklarda iyi sonuç vermektedir. Amaç tavan tabakasının ((Convergence)) eğrisinin «inflection») noktasını, çalışan havesinin göçük tarafına aktarmaktır.
- 2) Yürüyen tahkimatın uygulanabilmesi için, onların gereken yüksek yatırımı itfa edecek yeterli miktarda kömür rezervinin bulunması gerekir. Bir tek pano buna yetmez.
- 3) Damar kalınlığının 1,20 m. ile 1,60 m. arasında olması idealidir. 1,00 -1,20 m, ve 1,60 - 2,20 m. kalınlıktaki damarlarda da sipariş üzerine yaptırılacak üniteler uygulanabilir.

Seline İNSEL (Maden Yük. Müh.) : Şu anda teknik şartların ideal olduğu bir ortamda, yürüyen tahkimatın Zonguldak'ta uygulanması ile «ton» maliyetin ne dereceye kadar düşürülebileceği sayın hocam tarafından incelenmiş midir (yatırım maliyeti + işletme maliyetleri gözönüne alınarak) ?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN ; Zonguldak Havzasında yürüyen tahkimatın uygulanabilme koşulları olmadığı için (halen çalışmakta olan yerlerde) böyle bir hesaplama yapmayı gerekli bulmadım.

Necati BEYCÂN (Maden Yük. Müh., TKİ) : Sayın Tacettin ATAMAN'a vermiş olduğu ilginç tebliğinden dolayı çok teşekkür ederim.

- 1) Yürüyen tahkimatta tavan tabakalarında çökme olursa, yürüyen tahkimatın yüksekliği kâfi gelmediği zaman ne yapmak lâzımdır ?
- 2) Yürüyen tahkimatta optimum ayak uzunluğu ve pano boyu ne olmalıdır (kaç metre) ?
- 3) Yürüyen tahkimat ayak içinde bir fay'a raslarsa, bu durumda ne yapmak gerekir ?
- 4) Sayın konuşmacı yürüyen tahkimatın otomatik olarak çalıştırıldığını söyledi. Acaba üç yürüyen tahkimatta hiç işçi kullanılmıyor mu ?

Assoc Prof. Dr. Tacettin ATAMAN :

- 1) Arkası göçert'ilen ayaklarda yalancı tavan kalınlığının damar kalınlığının en az iki katı olması, tahkimat ünitelerinin emniyeti bakımından gereklidir. Böylece arkada göçen yalancı tavan hem kendi boşluğuna ve hem de alınmış olan damardan kalan boşluğu doldurur ve ana tavanın kırılması ve düşmesi ünitelere bir tehlike teşkil etmez.
- 2) Bu husus tebliğde (Lxi) yi maksimum kılan «L» değeri olarak verilmiştir.
L = ayak uzunluğu (metre),
i = günlük alın ilerlemesi (metre/gün).
- 3) Bu sorunun cevabı tebliğde vardır, ayrıca değinmeyeceğim.
- 4) Uzaktan kumandalı sistemlerde otomasyon çok az, fakat yüksek kaliteli işçilerle yapılır. .

Mustafa USTA (Maden Yük. Müh., GLİ) :

- 1) Yürüyen tahkimat kullanıldığı takdirde, ayağın ilerletimli veya dönümlü olmasının etkileri olabilir mi ?

2) Damar içindeki fay atımlarının en fazla ne kadar olması arzulanır?

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN :

- 1) İlerletimli ayaklarda aim arkasında oluşan yüksek basınç, ayağın alt ve üst kılavuzlarını fazla etkilemediği için mekanize ayaklarda daha avantajlıdır.
- 2) Yürüyen tahkimatın ufak bir arızayı atlaması, küçük fayın yönüne bağlıdır. 10 -15 cm. lif atımlı kertiler ayağa alma dik yönde ise, ilerleme ile birlikte yürür gider. Ayak altına paralel ise atlatılması bazı tedbirlerle bir günde atlatılır. Daha büyük atımlı arızalar kolaylıkla geçilmez.

SONLU ELEMANLAR YÖNETİMİ VE MADENCİLİĞE UYGULAMA OLANAKLARI

Yazan : Aydın BİLGİN

TARTIŞMALAR :

O1nal BİRÖN (Profesör Dr., İTÜ. Maden Fak.) : Foto elastisite modeller ile gerilimlerin tayininin madencilik problemlerinde uygulaması nasıl olabilir ?

AYDIN BİLGİN : Foto elastik çözüm ile Sonlu Elemanlar çözümü aynı amaç için kullanılırlar. Bu çalışmalarda amaç, planlanan madencilik yapısının uygulamasına geçmeden önce bir model aracılığı ile dizaynın irdelenmesidir. Fotoelastisite modeller fiziksel, Sonlu Elemanlar yöntemi ise matematiksel modellerdir. Bu modeller aracılığıyla yapıda ve yapı çevresinde oluşan yerdeğişimler, basınçlar, çatlaklar ve kaymalar bulunarak dizany ve yapının emniyetliliği araştırılmış olur. Sonlu Elemanlar yöntemi tek başına yeterli olmayabilir. Sonlu Elemanlar yöntemi ile birlikte Fotoelastik yaklaşımlar da kullanıldığında, bu mühendislik çalışması gerçekten takdire şayan olur. Aslında bir yöntemle elde edilen sonucun, diğer bir yöntemle kontrol edilmesinin yararını belirtmek isterim.

Seçkin İNCEEFE (Mafien Yük. Müh., M.T.A. Enstitüsü) : Elastik veya visko - elastik çevrelerde; birbirine yakın iki ve ya daha çok tünellerin çevresinde veya benzer yapıların bir-

birlerine gerilim etkilerinin çözümü bu yöntemle mümkündür? Yanıtınız olumlu ise kısaca açıklayabilir misiniz?

AYDIN BİLGİN : Son zamanlarda yapıların birbirlerine basınç etkileri (interaction) yada kompleks yapıların analizi yapılmıştır. literatürde bu konudan söz edilmekte, ancak ayrıntılı bilgi verilmemektedir.

Bu konudaki yaklaşımlar şu şekilde olabilir. Örneğin alt alta çalışan iki kömür damarında açılmış iki kaçamak yolunun birbirlerine etkilerini ele alalım. Bu problem iki aşamada düşünülmelidir. Birinci aşamada alt ve üst yollar ayrı ayrı (sistemden soyut olarak) incelenir. İkinci analiz sonuçları bir tüm olarak analiz edilir. Birinci ve ikinci analiz sonuçları karşılaştırılır. Örneğin her iki analizden elde edilen basınç değerleri arasındaki fark, yapıların birbirlerine etkisinden doğan basıncı verir. Böylece yapı çevresinde oluşan yerdeğişim ve basınçların ne ölçüde artmış olduğu da bulunmuş olur.

Burada bir noktayı belirtmekte yarar var. Bu çalışma başlangıçta tamamen uygulamaya dönük olarak planlanmıştı. Bir araştırmacı arkadaş halen açılmakta olan Zigana karayolu tüneline yerinde ölçümlerle (In situ test) kayacın mekanik özellikleri, normal arazi basıncı, tektonik basınçlar, tünel çevresinde oluşan basınç ve yerdeğişimleri bulacaktı. Bu değerlerin bazıları teorik çalışmada veri olarak kullanılacak, diğer bir kısmı ise teorik çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılacak doneleri oluşturacaklardı. Böylece Sonlu Elemanlar yönetiminin irdelenmesi ve değerlendirilmesi ve hatta geliştirilmesi gerçekleştirilebilecekti. Ancak bazı nedenlerle yerinde ölçümler yapılamadı. Bununla birlikte şurası açıktır ki, matematiksel bir yöntemle elde edilen sonuçların pratikten elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması büyük tecrübe kazandıracak ve daha sonraki dizaynlarda bu tecrübeden yararlanma olanağı elde edilecektir. -

Dr. K. Ercin KASAPOĞLU (Maplen Jeoloji Y. Müh.) : Sonlu - elemanlar yönetiminin uygulanmasında karşılaşılan önemli bir sorun da, matematiksel modele uygulanacak; «Sınır Koşularının (Boundry Conditions)» gerçek saha koşulla-

rmı en iyi şekilde yansıtır nitelikte saptanabilmesi güçlüğüdür. Özellikle madencilik sorunlarına uygulamada bu güçlüğü bir ölçüde azaltacak veya bir çözüm getirecek yönde sayın konuşmacının herhangi bir görüşü veya önerisi varmadır ?

AYDIN BİLGİN : Bilindiği gibi analitik yaklaşımlar genellikle yapının sonsuz bir ortam içinde olduğu varsayımından kaynaklanarak bulunmuştur. Sonlu Elemanlar yöntemi, adından da anlaşılacağı üzere problemin bir yerde sonlanmasını yada sınırlandırılmasını zorunlu kılar. Problem sınırlarının yapıya çok yakın olması durumunda gerçek değerlerin üzerinde basınç ve yerdeğişim değerleri bulunur. Sınırların yapıya uzak olması durumunda ise sonuçlar normal olmasına karşın, fazla sayıda eleman ve düğüm noktası kullanılacağından analiz pahalıya çıkar. Bu açıdan problem sınırlarının seçimi önem taşır. Bu konuda literatürde iki ayrı görüş saptanmıştır. Kulhawy sınırların yapı merkezinden itibaren yapı genişliğinin üç katı uzakta olmasını önerir. Dahı ise bu uzaklığın yapı genişliğinin dörtbuçuk katı olmasını önermektedir.

Sınırların seçimi kadar önemli diğer bir nokta, sınır koşullarının seçimidir. Seçilen koşulların gerçek saha koşullarını en iyi şekilde yansıtmaması, çözümün doğruluğu ve güvenilirliği açısından önemlidir. Sınır koşulları, yerdeğişimler veya basınçlar şeklinde analiz kapsamına alınır. Genellikle problem sınırları o şekilde seçilmektedirki, sınır koşullarında yerdeğişimler sıfır, basınçlar da normal arazi basıncı değerine eşit olsun. Sınır koşullarının gerçek saha koşullarını en iyi şekilde yansıtar olması, yerinde ölçmeler (In situ tests) ve o havzada edinilmiş tecrübeler kullanılarak sağlanılabilir. Ayrıca bu konuda araştırma yapmış olanların deneylerinden de yararlanılabilir.

T. Barbaros ŞATIRLAE (Maden Y. Müh., M.T.A.) : Analizlerin üç boyutlu yapılması ile iki boyutlu yapılmasının sonuç üzerinde etkileri/farklılıkları var mıdır?

AYDIN BİLGİN : Analizlerin iki yada üç boyutlu yapılmasının sonuç üzerinde önemli etkileri vardır. Bu seçim, problemin karakterine bağlıdır ve mühendislik mekaniği prensiplerine göre yapılır. Ancak yapının mekaniği hem iki hem de üç boyutlu analizlere uygun olduğu takdirde tercih yapma olanağı doğar. Son zamanlarda yöntemde yapılan gelişmelerle tahkimatı da modellemek olanağı doğdu. Örneğin bir çalışmada kaya sapmaları da iki boyutlu analiz kapsamına alındı. Bilindiği gibi kaya sapmaları, kayadaki yerdeğişim ve basınçlar üzerinde üç boyutlu etkiye sahiptirler. Bu nedenle iki boyutlu analiz probleme bir yaklaşım getirir, fakat sonuçların doğruluğu tartışılabilir.

Diğer bir örnek galeri problemi. Sürülmekte olan baca aynası çevresinde basınç durumu ancak üç boyutlu analiz edilebilir. Öte yandan baca aynasından uzak olan herhangi bir kesitte problem iki boyutlu olarak incelenebilir. (Bu çalışmada aynı yöntem kullanılmıştır.) Diğer bir deyişle ayna çevresi için yapılacak iki boyutlu analiz kesinlikle yanlış sonuç verecektir.

Üç boyutlu analizlerin pahalılık nedeni : İki boyutlu analizlere göre daha fazla eleman ve düğüm noktası gerektirdiğinden problem parametresi veya eşitlik sayısı artar. Bu ise daha fazla bilgisayar zamanı kullanımına yol açar ve analiz pahalıya mal olur.

ÇÖKMENİN YAPILARA ETKİSİ

Yazan : Dr. Günhan PAŞAMEHMETOĞLU

TARTIŞMALAR :

Ender PEKDEMİR (Maden Yük. Müh., T.K.İ.) :

- 1) Üzerlerinde değişiklik yapma olanağı olmayan yapıların (eskiden yapılmış yapılar) çökmelerin tesirinden korunmasını veya az etkilenmesini sağlayıcı tedbir var mı ?
- 2) Çökmenin zamana bağlı olarak değişmesi konusunda kısaca açıklama yapabilir misiniz?

Dr. PAŞAMEHMETOĞLU :

- 1) Üzerinde herhangi bir değişiklik yapılamayacak yapıların çökmelerden az etkilenmelerini veya hiç etkilenmemelerini sağlayacak yöntemler vardır. Örneğin, topuk bırakmak, uyumlu çalışma, kısmî üretim gibi (1,14). Burda yapılması gereken şey, belli bir problem için en ekonomik ve en uygun yöntemin kullanılması olmalıdır.
- 2) Çökmenin zamana bağlı değişmesi denilince, genellikle, uzun ayağın yerüstündeki bir noktanın tesir sahasına girmesi ile (yaklaşık olarak 0,7 x ortalama ayak derinliği) bu noktada başlayan çökmenin, ayak tesir sahasından çıkıncaya kadar ve çıktıktan sonraki gelişmesi anlaşılır. Ayak, noktanın altından geçerken noktada oluşan çökme değeri, beklenen maksimum çökmenin % 15-20

si kadardır. Uzun ayak, noktadan yaklaşık olarak 0,25 x derinlik kadar ileri geçtiğinde maksimum çökmenin % 50 si, tesir sahasından çıktığında (0,7 x derinlik) % 90 - 95'i gerçekleşmiş olur: Çökmenin artakalan % 5 - 10'lü kısmı zamanla oluşarak çökme maksimum değerine ulaşır. Ulaşma süresi, kömür damarı ile yüzey arasında bulunan tabakaların özellikleri ile sıkı sıkıya bağlıdır. Örneğin, kalın ve sağlam bir kumtaşı tabakasının bulunması halinde süre daha uzundur.

Seçkin İNCEEFE (Maden Yük. Müh., M.T.Ä.) :

- 1) Binalarda açılan kesiklerin çekme birimdeformasyonlarına mı yoksa basma birimdeformasyonlara mı karşı daha güçlü bir önlemdir? Açıklar mısınız?
- 2) Binalar çevresine açılan hendeklerin deformasyonu önleme mekanizmasını biraz açıkla mısınız?

Dr. PAŞAMEHMETOĞLU : Arkadaşım Sayın Seçkin İNCEEFE'nin soruları çok ilginç. Bu iki soruya ortak cevap vermek isterim. Çünkü binalarda açılan kesikleri hendeklerle ayrı mütalâa etmemek gerekir. Uygulamada, hendekler ve kesikler birlikte uygulanır. İkisinin de çalışma prensibi, yapılar etrafında ve yapıda zayıf bir bölge yaratarak beklenen birimdeformasyonların ve eğim: değişmelerinin bu bölgede etkisini göstermesini sağlamak ve yapılara gelen deformasyonları azaltmaktadır. Uygulamada, hendeklerin basma birimdeformasyonlarına karşı daha etkin olduğu saptanmıştır. Bazı araştırmacılara göre bu etki % 50 nisbetine kadar çıkmaktadır. Ancak, hendek ve kesiklerin etkili oldukları saptanmış ise de bunun derecesi hakkında kesin bir değer verilmesinin mümkün olmadığı kanaatındayım.

Turan DÜNDAR (Maden Yük. Müh., TKİ) :

- 1) Şekil 2'de bina boyu uzadıkça deformasyonunun azaldığı izleniyor. Yanlış değil mi?
- 2) Binaların bölünmesi sırasında temel nasıl kesilecek?

Dr. PAŞAMEHMETÖĞLU :

- 1) Şekil 2, uzunayak düzeni ile çalışan kömür ocaklarının işletilmesi sırasında çökme sonucunda arazide oluşacak birimdeformasyonun yüzeydeki belirli boyutta bir yapı üzerindeki beklenen basar derecesini vermektedir. Diyelim ki, belirli geometrik boyuttaki uzunayakitan dolayı yüzeyde oluşması beklenen maksimum birimdeformasyon değeri -3 mm/m ve binanın boyu 100 m. dir. Şekil 2 den bu binanın «çok ağır» derecede hasara uğrayacağı ortaya çıkar. Bundan sonra yapılması gereken, bu tesiri azaltmak için ne gibi önlemlerin alınabileceğinin sap^tanmasıdır.
- 2) Yapılar etrafında hendek kazmak çok kullanılan bir yöntemdir. Uygulamada, hendeğin en az bina temeline kadar indirilmesi önerilir. Yapıların tebliğde belirtildiği biçimde kesilerek bölümlere ayrılması halinde, mümkünse, bu kesiklerin hendek tabanı ile aynı düzeyde olacak biçimde açılmaları tercih edilir.

Mahmut Şükrü GÖK (Maden Yük. Müh.) : Sayın Kongre Üyeleri, Sayın PAŞAMEHMETOĞLU'nun tebliği hakikaten çok ilginç. Burada dile getirdiği problemlerin çok büyük mikyasta bir örneği Zonguldak'ta yaşanmaktadır. Zonguldak'ta taş kömürü havzası yapısı itibarı ile çok tektonik olaylara sahne olduğundan çökme problemi daha da karışık hale gelmektedir. Bu bakımdan, yaptıkları çalışmaları Zonguldak kömür havzasında da sürdürmelerini veya Türkiye Kömür İstetmeleri ile üniversitenin ortak bir çalışma ile bu problemlerin üzerine eğilmelerini öneririm. Zonguldak havzasının, üniversiteye büyük bir araştırma kaynağı olduğunu söyleyebilirim.

Zonguldak kömür havzasında tesbit ettiğimiz; bir çökme etkisini buraad belirtmekte yarar görüyorum. Kozlu 2. No. lu kuyu içerisindeki çatlakları incelediğimiz zaman kuyunun 17 dakika kuzeye doğru eğildiğini tesbit ettik. Orada kullanılan ihraç sistemi, çalışmaz hale geldi. Ancak, görevli arkadaşların gayretli çalışmaları sonucu yeni geliştirdikleri bir

sistemle problem çözüldü ve kuyu işlemez halden tekrar iş-
ler hale getirildi. Teşekkür ederim.

Dr. PAŞAMEHMETOĞLU : Sayın Gök gibi ben de bu araş-
tırmaların çok yararlı olacağı kanaatmdayım. Teşekkür
ederim.

YERALTINDA POMPALANABİLİR BETON KARIŞIMININ DİZAYN ESASLARI

Yazan : Dr. Ergin ARIOĞLU

TARTIŞMALAR :

Prof. Dr. Cemal BİRÖN (İTÜ, Maden Fak.) :

- 1) Uzun ayak yolları ramblesinde beton ile anhidritin mukayesesi nasıldır?
- 2) Böyle bir dolgu için betonun em uygun granülometre ve çimento/su oranı ne olmaktadır?

Dr. ARIOĞLU : Gayet ilginç bir soru. Teşekkür ederim. Genellikle, beton ile yapılan dolgu malzemesiyle anhidritten yapılan dolgu malzemesi arasında önemli bir fark yoktur. Her iki malzeme de arazi kontrolü bakımından etkili malzemelerdir. Başarı ile tatbik edilmektedirler. Ekonomik olarak karşılaştırılmaları lokal şartlara tabi olarak değişebilir. Büyük bir ihtimalle maliyetler arasında fark çok az olacaktır. Malzeme performansları da aynı olduğundan, malzeme tedariki yönünden iki malzemedenden birine karar verilir.

Max. tane boyutu 20 - 40 mm. olan taban taşları agregası olarak kullanılabilir.

Yalnız, tartışmalar bölümünde verilen uygun granülometri içinde olup olmadığı detaylı olarak tahkik edilmelidir. Granülometrisi uygun olmayan agregası ile yapılan karışımlar pompalanmaya elverişli olmayabilir. Nitekim, pratikte görü-

len tıkarıma, bloklaşma, ayrılma gibi hadiselerin kaynağı granülometrinin uygun olmamasıdır. Karşımda yeter miktarda imca aksam bulunmalıdır. Pistonun meydana getirdiği hidrolik basınç daima ince - kumlu harç vasıtasıyla ki agregaya aktarılmalıdır. Eğer, hidrolik basınç iri tanelerden aktarılıyorsa, boru sistemi içinde aşırı yük kayıpları meydana gelir.

İstenen basınç direncine ve akıcılığa tabi olarak «su/çimento» oranı 0.4 - 0.5 arasında değişir.

Günhan PAŞAMEHMETOĞLU (Dr. Mad. Yük. Müh., ODTÜ) : Uzun ayak taban yollarında dolgu malzemesi olarak ağaç domuz damları ile karşılaştırmasını yapar mısınız? Patlamalar beklenemez mi?

Dr. AEIOGLU : Su ile sertleşen malzemelerden yapılan dolgunun klasik dolgulara (damuz-damı, ramble duvarı vs.) nazaran aşağıda sıralanan net üstünlükleri vardır :

- Kolaylıkla tatbik edilir. İstenen miktarda ve özellikle inşa etme kolaylığı var.
- Toplam maliyeti (TL/m, TL/in³) daha azdır.
- • Mekanize edilmiş ayakların günlük 4-6 metrelik ilerleme hızlarını uygun bir şekilde takip ederek ayağın ilk kritik devresinde görülen önemli arazi hareketlerinin erkenden etkili olarak önler.
- Arazi hareketleri önlediğinden, rahatlıkla aynı taban yolları komşu panonun taban yolları olarak kullanılabilir. Bu durum sistemin getirdiği en mühim avantajdır.

Patlamalar konusuna gelince, uygulamaları 10 seneden beri devam etmektedir. Su ile sertleşen malzemelerden yapılan dolgular (beton, anhidrit, beton + ilâve bazı malzemeler) çok rijid malzemelerdir. Diğer bir deyişle kırılmaları çok anidir. Çok aşırı statik yükler altında çalışan dolgu kırılabilir. Yalnız burada kırılmayı farklı anlamda düşünmek gerekir. Şöyle ki; kırılmalar ancak dış yüzeylerde görülecek ve dolgu uzunlamasına uzanan bir blok olacağından iç zonları «intact» kalacaktır. Bu durumda bile dolgunun yük taşıma kapasitesi mevcut olacaktır. Aşırı yükler altında çalışacak

dolgunun basınç direnci yüksek olmalıdır. Bu suretle arazi yükleri etkili bir tarzda (dengelenerek, galeri çökmeleri ve kesit azalanalan kontrol edilir.

Gürel ŞENYUB. (Mad. Yük. Müh., MTA) :

- 1) Agregalann çaplarının bir biçimli olmasının veya yuvarlaklığının akışkanlığa etkisi nedir?
- 2) Beton kanşımının pompalanmasında kullanılacak en uygun pompa çeşitleri nelerdir?
- 3) Basınç kaybı, akışkanın pompalandığı borunun boyu ve çapınla ve yüzeyine bağlı olduğuna göre en uygun (optimum), boru boy/çap oranı ve boru çeşidi ve dirsekleri nasıldır?

Dr. AEIOĞLU : Yuvarlak agregalardan yapılan beton kanşımının dağılımı köşeli agregalardan yapılan betonunkinden daha yüksektir. Dağılımın iyi olması, diğer bir anlamda, beton karışımının gözenekliliğinin az olması demektir. Yeraltında kullanılan agregalar genellikle kırıcı ürünü olduğundan, geometrik formları köşeli ve yassıdır. Pratikten bilinen gerçeğe göre köşeli-yassı agregalann çimento hamuru ile yaptıkları adhéras, yuvarlak agregalann adhérasından daha iyidir. Bu özellik direnç üzerine pozitif yönde etki yapar.

Yeraaltında taşıma uzaklığı ve kapasitesinin yüksek olması nedeniyle hidrolik beton pompaları tercih edilir. HMrolük pompaları darbe uzaklığı mekanik pompalara nazaran daha büyüktür. Bundan dolayı kapasite daha yüksek olur. Aynı zamanda pompa elementlerinde kullanımı boyunca gözlenecek aşınmalar daha az olur. Hidrolik pompaların bu avantajlarına karşın, tek dezavantajı fiyatlarının yüksek olmasıdır.

Optimum boru çapı çeşitli parametrelerin fonksiyonudur. Fakat, belirli şartlar için optimum boru çapını veren bir analitik model kurulabilir. Dirseklere gelince, sistemin toplam boru yük: kaybını minimum tutmak bakımından dirsek sayısı mümkün mertebe az olmalıdır. Örneğin 1 adet 90° lik dirseğin direnç (yük kaybı) bakımından eşdeğer boru uzun-

İğu 8 -12 m. dir. 45° lik bir dirsekte bu değer 4 - 6 m. civarındadır.

Ali BAŞOL (Maden Yük. Müh., Enerji Bakanlığı) : Pompalanacak karışımdaki, agrega içerisindeki kil ve diğer yabancı maddeler pompalama sırasında pompaya ne gibi etkiler yapabilir? Madencilik sektöründe kullanılacak agrega ekonomik şartlar bakımından saf olamayacağından, bu yabancı maddeler için alınacak önlemler neler olabilir?

Dr. ARIOGLU : Büyük bir ütimallte karışım içindeki suyun bir kısmı kil tarafından mass edilecektir. Tabii ki bu durum boru devresinde yer yer bloklaşmalara yol açacaktır. Neticede pompa pistonlarına büyük basınçlar etkileyebilir. Bu bakımdan çalışılacak agrega kil ihtiva etmemelidir. Malzeme içinde, küçük mertebelerde kil bulunması halinde, malzeme basınçlı su altında yıkandıktan sonra kullanılmalıdır.

Zeynel ERGİN (Maden Yük. Müh., TKİ) :

- 1) Galeri cidarları betonlanırken kalıplar kullanılıyor ve beton bu kalıpların üzerine akıtılıyor. Kür müddetine ulaşmadan betondaki su süzülüyor ve betonla galeri cidarı arasında - özellikle tavanlarda - bir boşluk oluşuyor. Bu boşluk nedeniyle betonun direncinden gerekli şekilde yararlanılamıyor. Boşluğun önlenmesi için bir öneriniz olabilir mi?
- 2) Yeraltı için en iyi agrega cinsi - malzemesi- nedir? Kalker kırığı ,teum - çakıl v.b.
- 3) Pompalama sisteminde fazla aşınma olacağı için özel borular kullanılmaktadır. Bu hususta bilgi verebilirler mi?

Dr. ARIOGLU :

- 1) Pratikte karşılaşılan bir durumdur. Pratik çareleri şunlardır :
 - Basınç direnci olmamak şartıyla teorik karışım şu miktardan % 10 - % 15 kadar fazla su ile beton karışımını imal etmek. Bu suretle kaplama aralıklarından dışarıya akan su miktarı karşılanmış olunabilir. İste-

nen basınç direncinin elde edilmesi için diğer bir deyişle karışım içinde tamamlanmış hidrasyonun elde edilmesi bakımından gerekli suyun kalıp içinde tutulması önemlidir.

- Kalıpların takılmasında azami özen göstermek gerekmektedir.
- 2) Yeraltı beton karışımları için kullanılacak agrega, içinde kil olmayan her türlü taban taşları olabilir. Agrega mukavemeti yönünden masif kalker, gre. uygun malzemelerdir.
- 3) Genellikle, beton karışımı sevkedilen borular, aşınmalar önemli mertebelerde olmadığı için normal özelliktedirler. Çok büyük çimento dozajlı beton karışımlarının şevkinde aşınmalar müşahade edilebilir. Bu halde özel kaplamalı borular kullanılır.

Arif ENGİN (Maden Yük. Müh., Etibank Eimet Kolejanit İşletmesi Müessesesi) :

- 1) Pompalanabilir beton karışımının pompalanmasında kullanılan pompa çeşitleri ve karakteristikleri hakkında bilgi verebilir misiniz?
- 2) Aşırı dozajda konmuş beton karışımının ne gibi etkileri vardır?
- 3) Agreganın max. çarpımı pratikte 20 mm. olduğunu söylediniz, ancak agreganın max. çarpımı teorik olarak hesaplamak mümkün müdür?

Dr. ARIOĞLU : Genellikle pratikte kullanılan 2 tip pompa vardır.

a) Mekanik pistonlu pompa, b) Hidrolik pompa.
Çimento dozajının artırılması beton karışımının akıcılığını artırır. Yalnız burada önem ile durulması gereken bir sorun çıkmaktadır .Çimento dozajı belirli limitler içinde artırılmalıdır .Aşırı çimento dozaj lı karışımlarda, boru sistemi içinde önemli mertebelere ulaşan yük kayıpları meydana gelir. Bu durumda pompanın hidrolik basıncının yüksek olması gerekmektedir.

Max. agregâ çapı genel anlamda aşağıdaki faktörlere bağıdır :

- Boru çapına (beton kapasitesi),
- Kaplama kalınlığına,

Kullanılacak max. agregâ çapı amprık olarak boru çapının $10/3 - 1/5$ 'i kadar olmalıdır .Boru çapı arttıkça max. agregâ çapı da büyük almaabilir. Fakat, yeraltında beton kaplama kalınlıkları az ve kullanılan demir miktarı fazla olduğundan, max. agregâ çapı belirli boyutlar içinde bulunmalıdır. Çok sık yerleştirilmesi gerekli demir miktarlarında, agreganın en 'büyük çapı demir çubukların arasından kolaylıkla geçebilecek boyutta olmalıdır. Aksi takdirde, agregâ çimento hamurundan ayrılır ve neticede beton yapısı boşluklu olabilir.

Pompalanabilir bir beton karışımı için uygun agregâ granülometrisi aşağıda verilmiştir :

Tane boyutu (<i>mm</i>)	Ağırlık yüzdesi (%)
0 — 0.25	En az 5
0.25 — 0.5	Eii az 5
0.5 — 1	En az 10
1 — 3	Ortalama 15
3 — 7	Ortalama 15
7 —15	Ortalama 15
15 —30	Ortalama 20
30 — (max. tane boyutu)	En çok 15

Sadettin PEKMEZCİLER (Maden Yük. Müh., Emekli) *i*

- 1) Pompanın asgari büyüklüğü, beton kapasitesi, gücü nedir?
- 2) Akışkanlığın derecesi ne kadardır?

Dr. ABIOĞLU : İş hacmine göre muhtelif kapasitelerde beton pompaları vardır. Bugün kullanılan en büyük kapasite $100 \text{ m}^3/\text{saat}$ 'tir. Pompanın motor gücü aşağıdaki faktörlere bağılı olarak değışir :

- ' Sevk mesafesine (yatay ve düşey),
- Su/çimento, Agregat/çimento oranına,
- Devre üzerindeki dirsek miktarına,
- Ve beton kapasitesine (m^3 /saat).

Mesela, ie/22 E tipi bir hidrolik pompanın maksimum kapasitesi 28 m³/saat olup, 40 kg/cm² lik çalışma basıncında motorun gücü 40 HP'dir.

Akışkanlık derecesi çalışılan su/çimento oranına bağlı olarak geniş aralıklar içinde değişir. Fakat, betonun pompalanabilirliği karışımın akıcılığına bağlıdır. Pratikte kullanılan ana kriter de, karışımın akıcılığı olup, en az 7.5 + 2.5 cm. lik çökme yapan karışımlar pompalanabilir. Yukarıda verilen değerden daha küçük bir çökme durumunda, beton karışımı pompalanamaz.

Durmuş CANPOLAT (Maden Yük. Müh, Etibank Halıköy Maden İşletmesi) : Galeri betonlamasında kullanılacak malzemenin hazırlanmasında kullanılacak suyun kimyasal bileşiminin, özellikle pH değerinin, katılaşmaya ve mukavemete etkisi var mıdır?

Dr. ARIOĞLU : Beton karışımında kullanılacak karışım suyu, genellikle, normal nitelikteki sudur. Madende toplanan sular karışım suyu olarak kullanılabilirler. Eğer ocak suları alkali veya asidik ise agregaya tesir eder. Diğer bir deyişle, su ile agrega arasında kimyasal reaksiyon olur. Bunun şiddeti, suyun pH'sına, agreganın kimyasal yapısına bağlıdır. Bu durumda, mukavemette önemli azalmalar görülebilir.

Meran PAKEL (Maden Yük. Müh., MTA) : Tebliğde sayfa 23'de Agregat/çimento oranı 5 ahnmıştır. Sonuçta (sayfa 24) Agregat 1200, çimento 300, dolayısıyla oran 4 olmuştur. Bu bir baskı hatası mıdır?

Dr. ARIOĞLU : Hayır, baskı hatası değildir. Hesaplama, ilk önce agrega/çimento oranı 5 olarak elde ediliyor. Bu değere tekabül eden dağılım 2. şekilden 0.87 olarak okunur. Akıcı beton karışımı mutlaka yüksek bir dağılıma sahip ol-

malıdır. Minimum komposite 0.90'dır. Bundan dolayı $A = 0.90$ değeri baz alınarak tekrar «Agrega/çimento» oranı tayin edilmiştir. Bu ikinci etapta bulunan değer, (Şekil 2'den) 4'dür. İlk karışımı hesaplarında da bu değer kullanılacaktır.

ZONGULDAK KÖMÜR HAVZASI KOZLU BÖLGESİNDE
YAPILAN METAN DRENAJ ÇALIŞMALARI VE
ALINAN SONUÇLAR

Yazan : Muammer COŞKUN

TARTIŞMALAR :

Tevfik GÜYAGÜLER (Mad. Yük. Müh. O.D.T.Ü.) :

- 1) Sn. Coşkun, Grizu gazını tanımlarken çeşitli gazlardan oluştuğundan bahsetti. Grizu yani Firedamp; metan + normal hava olarak tanımlanmaz mı ? Verilen karışımda oksijen verilmemiş, patlama oksijensiz ortamda olabilir mi?
- 2) Sonuç ve öneriler bölümünde : Kozlu Bölgesi toplam metan geliri 100 - 120 ntf/dakika olarak verilmiş. Bu rakamın nasıl saptandığını izah edebilir misiniz ?
Teşekkür ederim.

Muammer COŞKUN :

- 1) Bu sorunun cevabı ayrıca 1953 yılında kabul edilen Maden Emniyet Nizamnamesinde ve Dr. Mehmet GÜNEY'in «Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesi Kömür Katmanlarının Metan Kapsamı ve Grizu Yayılımı, Ankara 1972» kitabının 8nci sayfasında mevcuttur. Grizu, şimdiye kadar öğretildiği gibi metan + hava karışımı değil kömür ve komşu tabakalar içerisinde doğal olarak bulunan

metan ve diğerk gazlar karışımıdır. Tebliğdeki örnek tipik bir analiz neticesidir. Grizunun patlayıcı bir duruma gelebilmesi için içerisindeki metanla oksijenin belirli oranlarda fiziksel olarak birleşerek bir karışım oluşturmaları gerekir.

- 2) E.K.İ. Kozlu Bölgesindeki toplam metan geliri, vantilasyon havası ile bir dakikada dışarı atılan metan miktarıdır. Bu miktar ise bir yıl içerisinde ortalama 100 — 120 m³/dak. arasında değişmektedir.

Sadettin PEKMEZCİLER (Mad. Yük. Müh., Emekli) : Havzanın toplam gaz rezervi tesbit edildi mi, edildi ise ne kadardır?

Muammişer COŞKUN : Havzanın toplam metan rezervi belirlenmiş değildir. E.K.İ. Kozlu Bölgesi için metan miktarı 30 m³/ton olarak alınabileceğinden ve aynı bölgenin kömür rezervi 200 milyon ton olduğundan metan rezervi 6 milyar m³ olarak bulunur .

Dr. Şinasi ESKİKAYA (İ.T.Ü., Maden. Fakültesi) :

- 1) Bahis konusu drenaj sistemi için yapılan ilk yatırım masrafı takriben ne kadardır ?
- 2) Drenaj masraflarının (veya maliyetinin) hesaplamasında hangi baz kullanılmaktadır ve takriben miktarı nedir ?

Muammişer COŞKUN :

- 1) Metan drenaj sistemi için yapılan ilk yatırım masrafını iki grupta toplayabiliriz : Birincisi yerüstü tesisi ki buradaki teçhizatın önemli bir bölümü İngiliz Hükümeti'nden yardım olarak sağlanmıştır. Ve takriben değeri 1974 fiatlarıyla 1,5 milyon TL. civarındadır. İkincisi ise ilk etapta kuyu ve ocak içerisine döşenen borulardır. Bunlarında döşenmesi hariç maliyeti gene 1,5 milyon TL. dir. Böylece toplam yatırım masraflarının 3,0 milyon TL. civarında olduğunu söyleyebiliriz.

- 2) Drenaj masraflarının büyük bir kısmını boru şebekesi tutmaktadır. Şimdiye kadar döşenen boruların toplam bedeli 2,5 milyon TL. yi geçmiş durumdadır. Bunun dışında işçilik, enerji ve sarf malzemelerinin masrafları bulunmaktadır.

ilhama ALP (Mad. Müh., Yeni Çelttek Kömür ve Madencilik A.Ş.):

- 1) Grizu drene edildikten sonra kullanılabilir mi? '
- 2) Kullanılma olanakları üzerindeki çalışmalar varsa hangi safhadadır ?
- 3) Drenajda kaçak olursa tedbirleri nelerdir ?

Muamtajer COŞKUN

- 1) Grizu, daha öncede belirttiğim gibi drene edildikten sonra kullanılabilir. Ancak karışım içerisindeki metanın % 40 dan fazla olması gereklidir. Bu suretle elde edilen karışımın yakıt olarak kullanılma olanakları mevcuttur.
- 2) Grizunun kullanılma olanakları üzerinde henüz ciddi bir çalışma yapılmış değildir. Şu kadarını belirtmekte yarar görüyorum : Ocaktan çıkarılan % 40'dan fazla metan içeren bir gaz karışımı içerisinde yoğun halde bulunan su buharı alındıktan sonra doğrudan doğruya bir gaz brülöründe yakılabilir. Bir metre küp metanın ısı değeri 8000 kCal. civarında olup 1 kg. taşkömüründen daha fazla faydalı ısı sağlar. İşyeri kalorifer ve banyo sularının ısıtılmasında kullanma olanağı vardır.
- 3) Metan drenajında kaçaklar genellikle boru şebekesinde ve ağız «borularının sıkıldığı kısımlarda görülür. Tüm sistem emişte olduğundan ocak için tehlikeli bir durum anımsatmaz. Küçük bir kaçak dahi sesli olarak kendisini hissettirir. Kaçıran kısım genellikle boru bağlantı yerinde olduğundan gerekli önlemlerin alınması zor değildir.

Kâzımı KAEAKOÇ (Mad. Yük.Müh.,G.L.İ. Tunçbilek Bölgesi) :

- 1) Uygulamanın yapıldığı Çay, Hacıpetro ve üstteki Piriç damar kalınlıkları ne kadardır? Damar kalınlıklarının metan drenajı üzerinde müsbet veya menfi ne gibi etkisi vardır?
- 2) Göçükte bırakılarak daha kısa borularla daha başarılı sonuçlar alınmaz mı ?

Muammer COŞKUN :

- 1) Arkadaşımızın sorusunda bir düzeltme yapayım : Metan drenajı şimdilik çok gazlı damar özeliğini gösteren Çay ve Acılıkta uygulanmaktadır. Adı geçen Hacıpetro ve Piriç 0,80 - 1,00 m. kalınlığında olup drenaj uygulaması yapılmamaktadır. Çay kömür katmanının kalınlığı ise 7 metre civarındadır. İnce damarların metan drenajını müsbet veya menfi yönde etkileyecek durumları yoktur. Kalın damarlarda ise gaz deliklerinin taban yolu üzerinden delinmesi ve ağız borularının sıkılanması esnasında güçlüklerle karşılaşılır. Sızdırmazlığı sağlamak için uzun Mr mesafeye ağız boruları konulması gereklidir.
- 2) Aytak gerisindeki göçüğe bırakılacak kısa borulardan bir miktar gazla birlikte çok fazla miktarda ocak havası emileceğinden böyle bir uygulama olanağı yoktur. Ancak dönümü uzun ayaklarda taban yollarına zaman zaman sızdırmaz ramble duvarları yapılarak uzun borular (30 - 40 m. boyunda) bırakılmak suretiyle sınırlı bir uygulama durumu olabilir.

Ender PEKBEMİR (MaıtL Yük. Müh., T.K.İ.) :

- 1) Çalışmaların yapıldığı bölgede m³/ton olarak kesin grizu yayılımı değeri saptanmış mıdır ve bu derinliklerle nasıl değişir?
- 2) Emilen karışımda grizu konsantrasyonu nedir ve bunun için bir «emme altsınır yüzdesi» kabulü var mıdır? Örneğin emilen havada % 10 grizu olsa emime söndürülebilir mi?

- 3) Yürürlükteki Maden Emniyet Nizamname ve Talimatnamesi metan drenaj çalışmaları için sizce yeterli midir, öneriniz nedir?

Muamptnier COŞKUN :

- 1) Çalışmaların yapıldığı Kozlu Bölgesindeki son 15 yıllık metan değeri $27,5 \text{ m}^3/\text{ton}$ dur. Bu değer vantilasyon havası ile dışarı atılan metan miktarının ölçümü sonucu bulunmuştur. Halbuki çeşitli kömür katmanlarının içerdikleri m^3/ton değerleri çok değişik olabilir. Bunun yanında kömür katmanlarının tavan ve taban taşları da genellikle birer grizu depolarıdır. Muhtelif zamanlarda yapılan ölçümlerde Çay kömürü için m^3/ton değeri 30 civarında bulunmuştur. Bu ise kömürün üretimi esnasında dönüş havasına kansen metan miktarıdır. Derinlere inilfikçe grizu miktarının artacağı tahmin edilmektedir. Fakat bu hususta elimizde belirli bir değer yoktur.
- 2) Emilen karışımda şu anda % 30 civarında metan vardır. «Emme altsınır yüzdesi» 25 olarak belirlenmiştir. Tesis çıkışı bu değer altına düşerse sistem çalıştırılmaz. Metanın % 26'in üzerinde tutulması bir yönetmelik gereğidir.
- 3) Yürürlükteki Maden Emniyet Nizamnamesinde metan drenajına ait açık bir hüküm yoktur. Yeni hazırlanmakta olan Nizamnameye metan drenajı ile ilgili bazı maddelerin konulacağı söylenmektedir. Aynı Nizamnamenin 239 ve 240. maddelerine göre hazırlanıp 1075 yılı sonunda yürürlüğe giren yönetmelik her türlü şarta cevap verecek durumdadır.

E.K.İ. KOZLU BÖLGESİNDE MEYDANA GELEN ANİ
GAZ VE KÖMÜR PÜSKÜRMESİ OLAYLARI

Yazan: Kântfl AYRAL

TARTIŞMALAR :

M. Ali ERDEM (*Maß.* Müh., Zonguldak) :

- 1) Anlattığınız degaj olaylarında birkaç ölümlü kaza olmuştur. Bu kazaların kaç tanesine fenni ihmal verilmiştir?
- 2) Fenni ihmal verilen bu kazaların tahkikatı ve muhakeme kanalı ile üniversitelere gönderilen kaza dosyalarına, kaza yerini görmeden yazılan kanaatlar, ne dereceye kadar doğru olabiliyor?

Kâmil AYRAL :

- 1) Kozlu Bölgesinde ölümle neticelenen degaj olayları yüzünden savcılık tarafından fenni ihmal verilmemiştir. İlgüvenliği yönünden Etanîyet Nizamnamesinin 239. maddesine göre; «Ekonomî ve Ticaret Vekâletinin bu gibi hallerde riayet edilmesi gereken çalışma şartlarını bir talimatname ile tesbit eder»; oysa bu talimat hazırlanmadığı için mühendisler fenni ihmal verilememiş fakat savcılıkça tanık olarak ifadelerine pek çok kere başvurulmuştur. Ek 1 de verilen ««Grizu, diğer gazlar ve kömür katmanlarının anî boşalma olasılığı bulunan işyerlerinde alınacak emniyet tedbirleri hakkında talimat» Müessese tarafından hazırlanarak Maden Dairesi'ne gönderilmiş, fakat he-

nüz ilgili bakanlık tarafından onaylanarak Resmi Gazetede yayınlanmamıştır.

- 2) Üniversitelere gönderilen dosyalara maalesef yerinde inceleme ve gözlem yapmadan, ifade ve krokilere göre kanaat yazılması teamül halindedir. Esasen tüm olayların yerinde inceleme yapılması da imkânsızdır. Bu kanaatlar biz işletmeci mühendisler için yol gösterici, ışık tutucu olmamaktadır. Şunu ifade etmek isterim, son birkaç olayda ocak idaresine kusur bulunmadığı gibi alınan emniyet tedbirleri de yeterli görülmüştür.

Kâzım KARAKOÇ (Mad. Yük. Müh., G.L.İ. Tunçbilek Bölgesi) :

- 1) Gaz ve kömür püskürme olaylarında damar kesmesi tabir edilen kütleme olayı ile anlatılmak istenen nedir"? Bu mahallî tabiri biraz daha açıklayabilir misiniz?
- 2) Gaz ve kömür püskürme olaylarının derinlikle ilgisi varmıdır?
- 3) Fay zonlarındaki püskürme olaylarından edindiğiniz tecrübeye göre faya max. ne kadar yaklaşılabilir (püskürme açısından), bir değer verebilir misiniz?
- 4) Şekil 3 deki 20 m. lik fay topuğunu hangi esaslara göre tesbit ettiniz? Aynı olayda fay topuğuna girilmeseydi püskürme olayı meydana gelmez imiydi?

Kâmil AYRAL :

- 1) Damar kesmesi tabir ettiğimiz kütleme Kozlu Bölgesinde özellikle kaim damarlarda (Çay, Acılık, Büyük) olmaktadır. Bu damarların üretimi gayesiyle sürülen hazırlık bacalarında sık sık kütleme duyulmaktadır. Bu kütleme; açılan boşluk (baca, kılavuz, vb.) lara doğru damar bünyesinde meydana gelen kırılmalardan meydana gelmektedir. Gevrek sert ve mütecanis yapı gösteren kömür damarlarında bu kütleme daha bariz duyulur. Ayrıca kalın damarlarda fazla katlı üretim sırasında tabakaların oturması esnasında daha seyrek fakat büyük tabaka ve kömür kütleme duyulmaktadır.

Bu kütleler degaj olasılığı bulunan sahalarda özellikle başyukarılarda; olayların incelenmesinden anlaşıldığı kadarı ile daha sık olduğu kanısındayım. Bu sesleri teknik olanaksızlık nedeni ile duyuramıyorum.

Kömür ve Gaz püskürmeleri üzerinde araştırma yapılan ülkelerde bu seslerin tesbiti üzerinde araştırma ve tecrübeler yapılmaktadır (Örneğin, Batı Almanya). Gaye, seslerin frekansına göre degaj olasılığı bulunan ortamı önceden tesbit ederek zaman kazanılması ve emniyet tedbirlerinin isabetli olarak uygulanmasıdır.

- 2) Ani gaz ve kömür püskürmesi olaylarının derinlikle direkt ilişkisi vardır. Tebliğde anlatmış olduğum tüm olaylar —360 kotunda veya daha derinlerde meydana gelmiş veya getirilmiş. İnsaniye bölümünde meydana gelen ilk olay da —425 te dir. Daha üst kotlarda bir olaya rastlanmamıştır.
- 3) Kendi tecrübelerime göre hudut faylarına en çok 20 metre yaklaşılması ve fakat tüm faylar geçilirken ve ufak atım zonlarında gerekli tüm emniyet tedbirleri alınarak emniyetM bir mesafeden ateşleme ile bu sahaların geçilmesi lâzamdır.
- 4) Tebliğde şekil 3 için çizilen 20 m. lik topuk denizaltı imalât sahasına girdiği için zorunlu idi. Buna uyularak başyukarı ters meyil olarak çevrileseydi muhtemelen degaj sahasına girilmeyeceği; aynı zamanda arında kazı aracı olarak martopikör kullanıknasaydı bu olay meydana gelmeyebilirdi (Darbeli kazı yasağı olaylardan edinilen tecrübeler göre daha sonra alınmıştır).

Şinasi ESKİKAYA (İ.T.Ü., İstanbul) : Zonguldak Bölgesinde bugüne kadar meydana gelen kömür ve gaz püskürtme olaylarının kazandırdığı tecrübelerden, bu olayları önceden sezme hususunda bazı tipik ve pratik belirtilerin veya sezgilerin varlığı sözkonusu olabiliyor mu?

Kâmil AYRAL : Sayın Şinasi ESKİKAYA'nın bu sorusu için çok teşekkür ederim.

Tebliğde bazı olaylar bu pratik ve tipik belirtileri aynen aktarabilmek için tanıkların ağzından ve kendi ifadeleri ile aktarılmıştır.

Bu belirtiler; kütleme, tozutma, grizu oranında ani azalma veya artmalardır. Ölümlü olayların çoğu martopikör ile kazı esnasında olmuştur. Fakat dinamitle kazı da adamlar uzakta olduğu için bir ölümlü olaya rastlanmamıştır. Pratikte darbeli kazı ve delme ritmik sarsıntı yaratarak uzakta bulunan degaj olasılığını o esnada hızlandırmakta, tabakalar arasında titreşim ile meydana gelen çatlak ve boşluklardan açık çalışma alanına püskürmektedir.

Kütlemeler (damar kesmeleri) bilhassa Acılık ve Çay damarlarının hazırlanması esnasında; degaj olasılığı bulunan ortamlarda artmaktadır.

Tozutma tabir ettiğimiz kömür aynasında hafif kömür dökülme ve kavlamaları ve zamanla kabarak ufalmalar sezilmiştir. Bu belirtilerden kazanılan ön sezginin çok iyi değerlendirilmesi ve en kısa zamanda tesir sahasından uzaklaşılması lâzımdır.

Çetin ÇULTU (Mad. Yük. Müh., E.K.İ.) : Sayın AYRAL'ın başarılı çalışmalarını kutlar, devamını dilerim. Kömür püskürmelerinin kontrol edildiği yerlerin lâğım, taban ve başyukarı alınlarında oldukları anlaşılıyor.

- 1) Çalışmakta olan uzun ayaklarda böyle bir püskürme olabilir, önleyici tedbir alınabilir mi?
- 2) Kömür kazısında böyle yerlerde dinamitle kazı yerine yüksek basınçlı su ile kömürü gevşetmek, püskürtmek, püskürmeye hazır kömürün tehlikesini tesirsiz kılar mı?
- 3) Benzer püskürmelerim önlenemediği ülkeler var mıdır? En ileri olan ülkelerin uyguladıkları başka yöntemler nelerdir?

Kâmil AYRAL :

- 1) Çalışmakta olan uzun ayaklarda da ani bir gaz ve kömür püskürmesi olabilir. 1972 yılında Kozlu Bölgesi Ali Soydaş ocağında —300/—360 Acılık gravite rambleli bir ayakta ufak çapta bir olay olmuştur. Ancak bu olayın bir degaj olduğu tartışılabilir.

Karadon Bölgesinin Karadon Bölümü sulu damarında henüz kati olarak degaj oldukları bilinmemesine rağmen bazı olayların meydana geldiğini biliyoruz.

Ayaklarda önleyici tedbir olarak martopikörle kazı yerine dinamitle veya basınçlı su ile kazı yapılması, alt ve üst taban yollarında ateşleme esnasında ayağın boşaltılması ve koruyucu diğer tedbirlerin alınması lâzımdır. Ayrıca ayak ilerleme istikametinde ayak yanasından 10-15 metre aralıkla en az 10 metrelik delikler delinerek bu deliklerden alınan kömür numuneleri içerisindeki kalıntı gaz CH_4 miktarı gramda cm^3 olarak testait edilmek suretiyle bir degaj ortamının mevcut olup olmayacağı lataoratuvar çalışması ile önceden) saptanabilir : gramda testait edilen CH_4 miktarı şayet normalden çok düşük veya hiç testait edilemez ise bir degaj olasılığından katî olarak korkulmakta ve bu ortam dinamit atılmak suretiyle geçilmektedir. Degaj a müsait kömür bünyesindeki gazın büyük kısmını aniden açığa vermektedir.

Kömür damarında sarsıntı yaratmak için uzun deliklere dinamit yerleştirilerek sadece çok ve sarsıntı yapan ateşlemelerde faydalı olmaktadır.

- 2) Kazınım yüksek basınçlı su ile yapılması yöntemi çok faydalı olacaktır. Degaj basınç ortamı daha geriye kayacak aynı zamanda meydana getirilen çatlak ve gevşek sahadan zararsız tedrici boşalmalar olacaktır.
- 3) Benceri püskürmelerin kati olarak, (% 100) önlendiği ülkeler yoktur. Araştırma ve lataoratuvar çalışmaları ve ülkeler arasında bilgi ve uygulama alış - verişi sürdürülmektedir. Bu ülkeler arasında İngiltere, Batı Almanya, Polonya, Çekoslovakya, Rusya ve Macaristan'ı sayabiliriz.

Zeynel ERGİN (Mad. Yük. Müh., T.K.İ.) : Literatürden, ileri bir madem teknolojisine sahip Batı Ülkelerinde damar püskürmeleri nedeniyle bazı ocakların çalışamaz duruma geldiği anlaşılıyor, bu nedenle araştırma merkezleri kurulmuştur. Taşkömür havzasında benzeri çalışmalar —araştırmalar var mıdır?

Kâmil AYRAL : Sayın Çetin ÇULTU'nun bir sorusuna verdiğim cevapta değindiğim gibi ileri maden teknolojisine sahip ülkeler arasında sempozyum, konferans ve yazışma yoluyla bilgi alış-verişleri yapılmaktadır. Bazı ocakların faaliyetleri insan sağlığı yönünden durdurulmaktadır.

Zonguldak Taşkömür Havzamızda; bizlerin kazandığımız tecrübelerimizin değerlendirilmesi, yabancı literatürü kendi olanaklarımızla takip edebilmekten başka bir araştırma ve laboratuvar çalışması yapılmamaktadır. Halen bir araştırma merkezi olmadığı gibi müessese tarafından gelişmeler muntazamanizlenmemektedir.

Son iki sene içerisinde degaj olaylarının Batı Almanya'nın bazı ocaklarında incelenmesi gayesiyle yaptırılan teknik eleman gezileri bir turistik geziden ileri gidememiştir.

Ertürk OKYAY (Mad .Yük. Müh., G.L.İ.) : Tebliğde kömür damarına 5 metre kala ilerlemenin durdurulduğu ve en az 3 sondajla damarın delindiği belirtilmektedir.

- 1) Bu mesafe yeterli midir?
- 2) Taş içinde ilerlerken altına yapılan sondaj derinliği (boyu) ne kadardır?
- 3) Tebliğde 1-2-3 No. lu olaylar aynı damarda ve birbirine yakın kotlarda vukubulmuştur. 2 nci ve 3 üncü olay öncesinde özel tedbirler alınmış mıdır?

Kâmil AYRAL :

- 1) Taş içerisinde sürülen galerilerin kömür katmanına 5 metre yaklaşması yeterlidir. Ancak bu mesafenin daha önce yapılmış olan sondajla kati olarak tesbit edilmiş olması lâzımdır.
- 2) Kömür katmanlarını kesmek gayesi ile sürülen rekup lâğımalarında; katmanlar arasındaki mesafeleri çok iyi bilmemize rağmen uzun pilot sondaj delikleri ile delinmektedir, delik boyları tahkik edilmemiştir. Uygulamada elektrikli makina ile 70 - 80 m. basınçlı hava ile çalışan sondaj ile 40 - 60 metre boyunda sondaj yapılabilir.

Önemli olan bu sondajlarla bir kömür katmanı kesilmişse bu katmana yaklaşıldığında; kati aydınlatma sondajları ile damar tesbit edilerek 5 m. ye kadar ilerleme yapılmıştır.

- 3) 1-2-3 numara ile verilen olaylar 1969 - 1970 yıllarında olmuştur. O tarihlerde ani gaz ve kömür püskürmesi henüz esaslı şekilde benimsenmiş değildi. Müteakip olaylarda başyukarı alın ve geri tahkimatı ile havalandırma yönünden özel tedbirler alınmasına rağmen arında martopikörle kazı yapıldığı, anbar bölmesinin başyukarının tavanına kadar çakılmadığı cihetle bir işçinin telaşla kömür ambasına atladığı anlaşılmıştır.

Naci **BÖLÜKBAŞI** (Dr. Mad. Yük. Müh., O.D.T.Ü.) : Sayın Kâmil AYRAL'ı yaptığı değerli çalışmalarından dolayı tebrik ederim.

Sayın Kâmil AYRAL, Ek - 1 de verilen talimatta sondaj deliklerinin çapları açık olarak belirtilmemiştir. Küçük çaplı deliklerin ani boşalma olaylarını önlemede yeteri olmadığı biindiğine göre, uygulanması düşünülen delik çapları ne kadardır?

Kâmil AYRAL : Ek - 1 de verilen talimatta delik çapları verilmemiştir. Kömür hazırlık bacalarında helezon burçları ucuca eklenerek vltor, bönler ve maz tipi delicilerle 10-15 m. ye kadar kılavuz delikleri delinebilmektedir. Delik çapları 40 mm. civarındadır.

Pilot sondaj delikleri ise joy tipi basınçlı hava ile çalışan veya elektrikli mini hydrack sondaj makinaları ile yapılmaktadır. Delik çapları 50 mm. dir.

Kozlu Bölgesinde ani boşalma olaylarına karşı ferahlatma gayesiyle büyük çaplı delik delme yerine çok sayıda daha küçük çaplı delikler uygulanmaktadır. Esasen 115 - 120 mm. çaplı sondaj deliklerinin dahi ani gaz ve kömür püskürmelerini önleyemediği artık çok iyi bilinmektedir.

Bölgede en çok degaj olayı olan İ. Harman Bölümünde kömür içi hazırlıklarda 1976 yılı zarfında 7000 m. civarında ferahlatma sondajı yapılmıştır.

Ali KARAKURUM (Maden Müh., T.K.İ.) :

- 1) Başyukarı meyillerinin artması ile (40° veya daha yukarı) Degaj ihtimalinin artmasının ne derece ilgisi vardır?
- 2) Muhtelif olay mahalleri haritaya işlenerek degaj zonlan .tesbiti mümkün müdür?

Kâmil AYRAL :

- 1) Ani gaz ve kömür püskürmesi olasılığı bulunan damar içi hazırlık başyukarılarında, damar meyillerinin artması (40° ve daha yukarı) degaja yardımcı rol oynar. Gravite ile askıda kalan alın mukavemeti de azalır, daha geniş yayılma olasılığı doğar. Şekil 13 te başyukarı kesitinde tutulan kapaklar ile; göstermiş olduğum makette; bu olasılığı karşı önlemler; arm kapakları, şeş-beş emniyet kapakları ve özel ambar bölmesi anlatılmıştır.
- 2) Bazı hallerde mümkündür. Tebliğde 1-2-3 No. lu olayların aynı damar düzleminde bir fay zonunda meydana geldiği, Şekil 11 de 22926 ana lâgımı ile kesilen Açıklık damarında sürülmesi plânlanan başyukarılar 11. olayda —402, 13. olayda —401, ve 16. olayda —402 kotuna geldiğinde meydana gelmişlerdir. Ve bu üç olay bir hat ile birleştirildiğinde damar düzlemi boyunca en tehlikeli degaj zonunu göstermektedir. Böylece her olayın plânlara özel şekilde işaretlenerek birbirleri ile ilişkileri araştırılmalıdır.

Nezihi CANITEZ (Prof. Dr., İ.T.Ü.) : Literatürde degajman enstantanenin sismik yöntemlerle önceden kestirilmesi yolunda çalışmalar var. Bu tür incelemeler Kozlu Bölgesi için düşünülüyor mu?

Kâmil AYRAL : Henüz uygulama olanağım literatürlerden şahsen izleyemedim. İstikbalde bu tür inceleme ve uygulamaların Havzaya teşmilini içtenlikle temenni ediyorum. Halen alıştırmaya yönelik hiç bir çalışma yapılmamaktadır.

Oturum Başkanı : Kâmil AYRAL'm tebliğinden dolayı kendisini kutlarız. Ancak konu ile ilgili olarak Sayın Assoc. Prof.

'Dr. Tacettin ATAMAN aynı konu ile ilgili çok kısa olmak üzere açıklama yapmak istiyorlar, izninizle efendim.

Assoc. Prof. Dr. Tacettin ATAMAN : Bir hastalığın nasıl oluştuğunu bilmek yarı yarıya tedavisini sağlamak demektir. Bunun için müsaadenizle tahtaya 'kadar gideyim, size meşhur Mohr Çemberi teorisiyle bunun kısa bir izahını ' yapayım. O zaman birçok soruların yanıtı kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Materyalin ya da kayacın shear dayanımı yani makaslama dayanımını düşey ekseninde, normal basınç dayanımını yatık ekseninde gösterildiğinde her kayacın bir Mohr zarfı vardır. Kendisine *özgü*. Kömürün dayanımı azdır. Hepimiz biliyoruz çekme dayanımı da basınç dayanımı da. Diğer kayaçlarda bu yüksektir ve biz derinliklerde örtü tabakası kalınlığının yarattığı düşey basınçla poisson kat sayısı dolayısıyla bunun yarattığı yan basınçları biliyoruz. Üç eksenli gösterişte bu bir çemberi ifade ediyor. Bu çember, zarfına dokunmadığı müddetçe patlama yoktur. Bu hadisenin adı da patlamadır, püskürme değil. Burdaki kayaç, kömür veya kayaç, patlıyor efendiler. Patladıktan sonra parçalanıyor. Temas yüzeyi muazzam artıyor. Dolayısıyla grizu aynı anda inkişaf ediyor. Bu ikisi bir paranın yazı ile turası gibi, birbirine bağlı İM olaydır. Güney Afrika'da derin metal madenlerde bildiğimiz sağlam kayaçlar dahi patlıyor. Çünkü derinlik o kadar fazla ki, çizdiğimiz çember, kayacın Mohr zarfını kesiyor. Zarfın altında denge vardır, üstünde dengesizlik vardır. Bu da bize gösteriyor ki, derinlere gittikçe ana gerilimin artması ve başyukarı kazılırken birden bire ikincil (tali) gerilimin sıfıra düşmesi. Tali gerilim sıfıra düşünce birden bire şu küçük çember büyüyor ve kömürün Mohr zarfını kesiyor, hadise oluyor.

Bir de kömürün gevrek bir kayaç olduğunu hesaba katmak gerek. Şist plastiktir. Mermer gevrektir. Kömür de gevrektir. Gevrek maddelerde ,kayaçlarda deformasyon enerjisi birikir, plastik kayaçlarda deformasyon enerjisi her an taşın ona uyması ile birikmez. İşte kömürün bu özelliği de içindeki deformasyon enerjisinin birden bire tali gerilimin sıfıra düşmesiyle hadise oluyor. Milyonlarca senelik jeolojik devirlerde, bu

koşullar altında biriken enerji yan basınç birden bire sıfıra düşünce çember aniden büyüyor, zarfını kesiyor.

Bu açıklama ışığında, tahmin ederim ki, bütün sorularınız cevabını bulmaktadır. Hepinize hürmetler ederim.

ZONGULDAK HAVZASINDA MEYDANA GELEN DAMAR YANGINLARI

**Yazanlar : Kâmil AYRAL, Mehmet DÜNDAR,
Muamfmer COŞKUN**

TARTIŞMALAR :

Zeynel ERGİN (Maden Yük. Müh., T.K.İ.) : Ocak yangınları sonucu havzada ne kadar rezerv kaybı olmaktadır?

Kâmil AYRAL : Havzada ocak yangınları sonucu meydana gelen rezerv kayıpları hakkında 'kati değerler vermek mümkün değildir. Bununla beraber şöyle bir genelleme yapabiliriz : Havzada ocak yangını sonucu kapatılan panolar bilâhâre tekrar açıklamaktadır. Böylece Armutçuk Bölgesi hariç diğer bölgeler için kömür kaybı yok denecek kadar azdır. Ancak geçici olarak bir üretim azalması söz konusudur. Armutçuk Bölgesinde ise üretime hazırlanan kömürün 1/3'ü alınmamaktadır.

Havza için kabul edebileceğimiz kömür kaybı sadece panolar arasında bırakılan yangın emniyet topuklarıdır ve bu da toplam rezervin % 10- 15'i civarındadır.

Yangında kapatılan panolarda ayrıca işçilik ve malzeme kayıpları olduğunu da 'belirtmek yerinde olur.

Tevfik GÜYAGÜLER (Maden Yük. Müh., O.D.T.Ü.) :

- 1) Kendiliğinden yanma özelliğine sahip damarlara fazla hava gönderilmesinin yanmayı hızlaştıracacağı biliniyor. Ancak gerekli miktardan az hava gönderilmesinin de yanmayı hızlaştıracacağı kanısındayım. Bu konu hakkında görüşlerinizi alabilir miyim?
- 2) CO/0₂ azalması (oranı) direk olarak sıcaklık göstermektedir. Acaba elinizde bu tip grafikler mevcut mudur?
- 3) Yangın mahallinin havaya karşı gösterdiği dirincin yanmaya etkisi var mıdır?

Muammer COŞKUN :

- 1) Kendiliğinden yanmaya müsait damarlarda havalandırma çok büyük önem taşımaktadır. Kızışma, ancak kömürün uygun koşullarda oksijenle birleşmesi sonucu oluşabilmektedir. Tebliğde de belirttiğimiz gibi çok fazla ve çok az miktarda havanın kızışmayı geciktirdiği kanısında vız. Kızışmanın oluşması için yeterli hava miktarını belirleme olanağı yoktur.
Kızışmanın mevcut olduğu bir pamunun hava miktarında % 50'ye varan bir azaltma yapılmasına rağmen pek olumlu bir sonuç almamıştır. Bunu genel bir hüküm olarak kabul etmek doğru olmaz. Çünkü ocaktaki çalışma şartları ve yöntemleri çok değişik olduğundan hava miktarının azlığı için hangi kıstasın alınabileceği çok zorlaşmaktadır.
- 2) CO/0₂ azalması oranının sıcaklıkla artması elbette doğal bir sonuçtur. Çünkü kızışma sıcaklıkla artarak CO değerinin artışına sebep olarak CO/0₂ azalması oranının büyümesini sağlayacaktır. Bu konu ile ilgili grafikler tebliğdeki (1) ve (5) No. lu kaynaklarda mevcuttur.
- 3) Ocakta yolların hava akışına karşı gösterdiği direnç arttıkça kızışma vakalarının da artacağı söylenebilir. Kızışmanın genellikle göçük sahalarda oluştuğunu kabul edersek, direnç artışının yanmayı körükleyeceği sonucuna varabiliriz. Direnç fazlalığı yanında kızışma olasılığı bulunan panolardaki depresyon farkının büyüklüğü de üzerinde düşünülmesi gereken önemli bir husustur.

Ender PEKDEMİR (Maden Yük. Müh., T.K.İ.) :

- 1) Kendiliğinden yanma konusunda yeni bir görüş kükürt bakterilerinin belirleyici rol oynadığını söylemektedir. Bu konudaki görünüş nedir?
- 2) Denge barajları E.K.İ. de ne derece uygulanmaktadır. Biraz daha ayrıntılı bilgi verebilir misiniz?

Muammijer COŞKUN :

- 1) Kükürt bakterilerinin kendiliğinden yanmaya olan etkisi konusunda kesin bir görüş belirtme olanağımız bulunmamaktadır. Gelecekte bu konu üzerine eğilerek Sayın E. PEKDEOVİR'le tartışma olanağı araştırılacaktır.

Kâmil AYRAL :

- 2) Denge barajlarının E.K.İ. Kozlu Bölgesinde iki kez uygulaması yapılmıştır. İlk uygulama ana pervane devresine 150 metre mesafede bulunan ve -100 kotunda terkedilmiş bir galeride yapılmıştır. Baraj önü ile arkası arasında U - tipi manometre ile tesbit edilen 70 mm. su sütunu fark saptanmıştır. Bu fark giderilmek suretiyle baraj önünde ölçülebilen % 5 oranındaki metan % 1'ki altına düşürülmüştür.

İkinci uygulama ise tebliğde anlatılan İnsaniye Bölümüne ait Ocak VI. Çay panosunda yapılmıştır. Burada pek başarılı bir sonuç almamıştır. Bilâhare bu panonun komşu panolarla irtibatlı olduğu anlaşılmıştır. Kozlu haricindeki bölgelerde dengeleme uygulaması henüz yapılmamaktadır.

Gürel ŞİNYUR (Maden Yük. Müh., M.T.A.) :

- 1) Yanmaya müsait kömürlerin kimyasal analizlerinde belirli farklar var mı, örnek verebilir • misiniz? Ayrıca fiziksel özelliklerin örneğin gevreklik v.s. kolay oksitlenmeye ne ne gibi etkisi vardır?
- 2) Yangına müsait damarlarda havalandırma sistemi olarak üfle-yici mi yoksa emici mi tercih edersiniz?

Muamfttjer COŞKUN :

- 1) Her kömür damarının kendisine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri olduğunu kabul etmek gerekir. Bununla beraber yanmaya müsait damarlar arasında olduğu gibi kendiliğinden yanmaya müsait olmayan kömür damarları arasında da özellikleri bakımından pek fark olmadığı saptanmış bulunmaktadır. I. derece yanmaya müsait Çay damarı ile II. derece yanmaya müsait Büyük damarın analiz neticeleri aşağıda verilmiştir.

	Çay III. Kat	Büyük
Rutubet, %	2.35	1.55
Kül, %	16.54	6.72
Uçucu madde, %	27.56	33.01
Sabit Karbon, %	55.90	60.27
Isı değeri, Kcal/feg	6893.0	7837.0
Toplam Kükürt	0.31	0.53
Organik Kükürt	0.24	0.40
Pritik Kükürt	0.06	0.10
Sülfat Kükürt	0.005	0.03

Kömürün tüm fiziksel özelliklerinin kızışmaya ve oksitlenmeye yardımcı olduğu söylenebilir. Bunlar arasında gevrekliğin daha küçük parçalara bölünmeyi sağlayacağı ve dolayısıyla yüzey alanı artıracığından, kömürün oksitlenmesi o nisbette kolay olur.

- 2) Taşkömürü ocaklarının havalandırılmasında emici sistem tercih edilmektedir. Çalışılan damarların yanmaya müsait oluşu havalandırma sistemini etkilemez. Tali havalandırmada ise üfleyici sistem kullanılmaktadır. Birçok uluslar artık tali havalandırmada da emici sistemi benimsemiş durumdadır.

YENİ BİR NÜKLEE RENERJİ KAYNAĞI : BOĞAZLAR

Yazan : Dr. İsmet UZKUT

TAR T I Ş MA :

T. Barbaros **SATIRLAR** (Maden Yük. Müh., M.T.A.) : Mazıdağı fosfatlarından uranyum elde etme olanakları var mıdır? Bu konuda devam eden çalışmalar ne durumdadır?

Dr. İsmet UZKUT : Mazıdağı fosfat kaynaklarındaki uranyum dağılımı G. ÖNAL (İTÜ Maden Fakültesi) tarafından ayrıntılı biçimde araştırılmış bulunmaktadır. Ancak elde edilebilirliği ve teknolojisi konusunda herhangi bir çalışmanın varlığından haberdar değilim. Bu konuda söylenebilecek tek şey, uranyumun burada da fosforik asit üretiminin ancak yan ürünü olarak düşünülmesi gerektiğidir.

Durmuş CANPOLAT (Maden Yük. Müh., Etibank) : Bortuzu izotoplarından nükleer enerji kaynağı olarak faydalanmak mümkün müdür; cevap evet ise ülkemizin bu yönden potansiyeli nedir?

Dr. İsmet UZKUT : Bu yönde özellikle NASA'da yoğun araştırmaların yapılmakta olduğunu bilmekteyiz. Endüstriyel çapta bir gerçekleşme sağlandığı takdirde, Türkiye'nin bu yönde büyük bir potansiyele sahip olacağı kuşkusuzdur. Üstelik kişisel kanım, başka ülkelerdeki araştırmaları beklemeden bu konunun ulusal bir araştırma kuruluşu tarafından

ayrıntılı biçimde ele alınması zorunlu olduğu yönündedir. Zira ülkemizin sahip olduğu bu önemli kaynağın bizlere yüklediği en büyük sorumluluk bunların ülke çıkarlarına en uygun biçimde ve bir an önce değerlendirilmesi olmaktadır.

Gündüz ATEŞOK (İ.T.Ü. Maden Fak., Cevher Hazırlama Kürsüsü Asistanı) : Mazıdağı fosfat cevherlerinde mevcut olan uranyum miktarı belirttiğiniz üzere 120-150 ppm. civarındadır. Söz konusu fosfat yataklarından elde edilebilecek uranyum değeri memleketimiz tüketiminin (uranyum olarak) yüzde kaç olabilir? Fosfatlardan elde edilecek uranyum sizce ekonomik olamaz mı?

Fosforik asitten elde edilebilecek uranyum ekonomikliği hakkında görüşleriniz nedir?

Dr. İsmet UZKUT : Mazıdağı fosfat yataklarından elde edilebilecek uranyum miktarı ve değeri ve bunun ülke gereksiniminin kaçta birini karşılayabileceği, öncelikle bu yataklarda gerçekleştirilebilecek fosforik asit üretimine bağlı olacaktır. Zira fosfat kayalarından uranyum üretimi ancak yan ürün olarak ve fosforik asit üretimi ile mümkündür.

Öte yandan, fosforik asit üretiminin yan ürün olarak 15 - 20 dolar/lb. lik bir maliyetle ekonomik olarak gerçekleştirilebileceği Florida'daki yıllık kapasitesi 110 t. olan deneme tesisi ile kanıtlanmış bulunmaktadır.

Üstelik, fosfat kayası dışarıdan ithal edilen ülkemizdeki çeşitli fosforik asit üretim tesislerinde bile (Bandırma, Samsun, İskenderun v.b.) çok küçük bir yatırımla enerji değeri Türkiye toplam enerji gereksiniminin önemli bir bölümüne eşdeğer uranyum elde edilebileceğine inanmaktayım.

Sami ACAR (Maden Müh., Etibank) : Eskiden çalışılmış (Sb) yataklarında veya cevher paşalarında uranyum olabilir mi, veya başka bir radyoaktif mineral olabilir mi?

Dr. İsmet UZKUT : Eskiden çalışılmış uranyum yataklarının artıklarından uranyum elde edilebileceği konusunda herhangi bir örnek tanımıyorum. Ancak ülkemizin çeşitli yörelerin-

de bulunan kurşun - çinko - bakır - arsenik artıklarında uranyum bulunabileceğini belirtmek isterim.

Bildiride de belirtmeye çalıştığım gibi, endüstri ülkeleri, uranyum kaynağı ne kadar kısıtlı olursa olsun değerlendirmek için her türlü çareye başvurmaktadırlar. Büyük bir enerji açığı ile bugün bile karşı karşıya bulunan ülkemizin bunu en az endüstri ülkeleri kadar araştırması gereğine inanmış bulunmaktayım.

Selimi İNSEL (Maden Mühendisi) : Bu projede Boğaz yakınında kurulacak Atom Santrallerinin gerekmesi midir? Bu santrallerin radyasyon nedeni ile çevre sağlığı yönünden zararları olacak mıdır?

Dr. İsmet UZKUT : Atom Santrallerinin Boğaz yakınında kurulma zorunluluğunun söz konusu olamayacağı gibi, bu santrallerde başlangıçtan itibaren bilinçli önlemler alındığı takdirde çevre sağlığı yönünden herhangi bir sorunun ortaya çıkabileceğini sanmıyorum.

Cental BİRÖN (Profesör Dr., İTÜ., Maden Fak.) : Muğla-Yatağan Linyitleri ve benzer kömür santrallerinin uranyum rezervlerine katkısı nedir? Birlikte enerjiye katkısı ne olabilir?

Dr. İsmet UZKUT : Oldukça ilginç bir soru. Bilindiği gibi linyitlerde ortalama 5-10 ppm. arasında uranyum bulunmakta ve bu, bugünkü koşullarda yan ürün olarak dahi ekonomik olarak değerlendirilememektedir. 200 linyit yatağını kapsayan bir araştırma, linyitlerdeki ortalama uranyum derişimlerinin fiilhakika düşük olduğu, ancak hemen hemen her linyit yatağının en üst tabakasının en üst 2 - 2.5 m. lik bölümünde 250 ppm. e kadar derişimlerin saptandığını ortaya koymuştur. Bu takdirde, uygulanacak ve en üst 2 - 2.5 m. lik bölümü kapsayan bir «selektif » üretimle linyitlerden uranyum kazanma olanağı doğmaktadır.

Başladığımız bir çalışma ile Yatağan linyitlerindeki uranyum dağılımını araştırmaktayız. Eğer diğer 200 linyit yatağında ortaya çıkan durum Yatağan linyitlerinde de kanıtlanırsa, Türkiye'de de linyitlerden uranyum elde etme olasılığı ortaya çıkarılmış olacaktır.

MİNERAL VE MİNERAL ENDÜSTRİSİ ÜRETİMİNİN GÖRÜNÜMÜ VE DIŞ TİCARETTEKİ YERİ

Yazan : Doç. Dr. Işık ÖZPEKER

TARTIŞMALAR :

Tayfun ZEHİR (Maden Müh., O.D.T.Ü.) : Vermiş olduğunuz tebliğin öneriler bölümünde petrol tüketiminin hızını keserek, linyit üretimini artıracak ve de yöresel linyit yedeklerine göre saptanacak Termik Santrallerin gerekliliğinden bahsediyorsunuz. Kurulması öngörülen termik santrallerin yakıt ihtiyacını başka bir yoldan karşılamak mümkün değildir? Memleketimizde jeolojik, rezerv olarak büyük bir rakam gösteren bitümlü şistin gerek termik santral yakıtı olarak ve gerekse petrol üretiminde kullanılması hakkında fikirlerinizi alabilir miyim?

Doç. Dr. I. ÖZPEKER : Kuşkusuz bitümlü şistlerde değerlendirilebilir, değerlendirilmelidir de. Petrolün yerine geçebilecek her türlü yerli doğal, yakıt kullanılabilir. Yazıda linyit üzerinde durmamızın nedeni bugünkü koşullarda, ivedi enerji açığının kapatılmasında termik santrallerinin öneminin büyüklüğüne inanmamızdır.

İsmail SEYHAN (Dr. Jeolog., M.T.A.) :

- 1) «Mineral»'tabirini «maden» yerine ikame etmek istediğiniz anlaşılmaktadır. Bu tutum yanlıştır. Durumlarını anlattığınız çimento, petrol, kömür ve süperfosfat gibi ürün-

lerin ve petaçok madenlerin mineral yapıları yoktur. Bu konuda ısrarlı iseniz «maden mühendisi» yerine «mineral mühendisi» tabirinin kullanılmasını önerir misiniz ?

- 2) Ham demir ithalâtının artacağını belirtiyorsunuz. Yeni yatakların bulunması ve işletmeye alınması dış alımı, hatta iç alımları da durdurmuştur. İthalat yapılsa bile önemli değildir. Sanayi ülkesi demek ham cevher alıp mamul madde yapan ülke demektir. Onun için ham demir ithalatında, kendi üretimimiz yeterli seviyeye çıkıncaya kadar, hiçbir mahsur yoktur. Bu konuda ne düşünüyorsunuz?
- 3) Yeni yataklar bulunmazsa kükürt üretiminin azalacağını ve duracağını tahmin ediyorsunuz. Halbuki rafineri, petrol artıkları, fuel oil, endüstri gazları, v.s. kaynaklardan kükürt üretimi artabilir ve yeni kükürt yatakları bulunmadan da darboğazlar geçilebilir. Bu konuda fikriniz nedir ?
- 4) Sadece ham fosfat ithal edildiğini belirttiniz. Halbuki 1977 yılında 393 milyon liralık fosfatlı gübre, 244 milyon TL. lık fosforik asit ithal edileceği 1977 programında yer almıştır. Ne dersiniz ?
- 5) «Dış Ticaret Oylumu» tabiri size de yabancı geldiği için kendiniz de zaman 'zaman «dış ticaret hacmi» tabirini de kullanıyorsunuz. Herkesin böyle yeni tabirler uydurup, bilim ve teknik dünyasını ve literatörünü karmakarışık ve etmeye hakkı var mıdır?

Doç. Dr. I. ÖZPEKER :

- 1) Sayın SEYHAN'm bu konudaki görüşünü paylaşamıyorum. Bana göre maden kelimesi yanlış kullanılıyor. «Maden Yasası» demek'te yanlıştır, kapsamı, anlamını çok aşıyor. Maden, metalin karşılığı olan yabancı kökenli bir sözdür. Metal olmayan birçok ekonomik mineral «Maden Yasası» kapsamına alınmıştır. Örneğin; kömür, boraks, barit, florit, fosfat, v.b. Onun için, Türkçesi türetilinceye dek «maden» yerine «mineral» sözcüğünün kullanılmasının daha doğru olduğuna inanıyorum.

Yazıda çimento, kok, süperfosfat v.b. lerine «Mineral Endüstrisi Ürünleri» denmiştir, «mineral» sözü kullanılmamıştır.

«Mineral Mühendisliği», «Maden Mühendisliği» deyimlerinin her ikisinde yabancı kökenlidir, yerlerine Türkçe'sinin bulunmasından yanayım. Ancak bulununcaya dek, yanıftta olsa, yerleşmiş olduğundan «Maden Mühendisliği» deyimi kullanılmalıdır.

- 2) Sözlerimin yanlış anlaşıldığını sanıyorum. Gerçekte koşut düşünöyoruz. Ben de kurulmuş ve kurulacak demir-çelik kuruluşlarında yerli demir cevherinin kullanılmasından yanayım. Ancak demir cevheri üretimi, tüm olasılıkların değerlendirilmesine karşın, iç tüketimi karşılayamıyorsa, kuşkusuz, demir - çelik dışalımını yerine, yeni demir - çelik kuruluşları kurarak, demir cevheri dışalımına gitmek yeğlenmelidir. Ama bu durumun söz konusu olmadığı şu anda, İsdemir'in üreteceği demir - çelik için kullanacağı ham cevheri, nereden sağlayacağı, nasıl sağlayacağı konusunun bilinmediği kanısındayım. O bakımdan endişemi belirledim. Eğer Sayın SEYHAN'ın değindikleri gibi, demir cevheri dışalımını gerçekten sınırlı kalacaksa, yani ben yanılmış isem çok sevinirim.
- 3) Kuşkusuz teknolojiyi kurarsak ve ekonomik olursa, çeşitli kaynaklardan kükürt üretilebilir. Ancak bu teknolojiyi kurmanın çok uzun süreceğini sanıyorum.
- 4) Yazımızda ki sayısal veriler en son 1976 yılı Haziran ayına kadardır, 1977 yılı hakkında bilgim yok.
- 5) İzin verirlerse ben kendi dilimde Türkçe konuşmaya çaba gösteriyorum. Fakat haklıdırlar, üzgünüm, uzun eğitimin doğurduğu baskı ile alışkanlıklarımdan kendimi sıyıramıyorum, zaman zaman Türkçe sözleri kullanmakta bende güçlkle karşılaşıyorum. Fakat bu demek değildir ki öz Türkçe konuşulması ve yazılmasından yana değilim. Dilimizin yabancı sözlerden arınarak öz benliğine kavuşmasını şiddetle özlüyorum, bilimsel karmaşıklık yarattığı inancında da değilim.

Oturumj Başkanı : Özellikle Sayın SEYHAN'ın son sorusunun bilimsel bir içerik ile ilgisi olmadığını Başkanlık Divanı olarakta belirtmekte yarar görüyoruz.

Hüseyin ÖZLÜTAZ (Mad. Müh., Anadolu Çimentoları T.A.Ş.): Maden üretimlerimizin ülkemizin ihtiyaçlarına göre değil de, emperyalist ülkelerin, özellikle iki süper devletin ihtiyaçlarına göre üretilmektedir. Örnek verecek olursak, ülkemizin temel ihtiyacı olan fosfat kayası, demir cevheri v.s. yerine, daha ziyade ülkemizin talebinden (iç tüketim için) fazla bakır v.s. üretilmektedir. Aliminyum ihtiyacı 120.000 ton olarak belirtildiği halde 200.000 ton üretim programlanmıştır.

— Bu konuda ne düşünüyorsunuz ?

— Alınabilecek önlemler neler olabilir ?

Doç. Dr. I. ÖZPEKER : Ülkelerin gelişmeleri dış ticaretlerine bağımlıdır. Bunun anlamı dış ticaret ne kadar büyürse uluslarda o kadar kalkınmış ve gelişmiş olur. Deminde belirttim dış ticaret oylumunun artmasında mineral ve mineral en? düstrisi ürünlerinin etkisi oldukça büyüktür. Dolayısıyla Sayın ÖZLÜTAŞ'a tam karşı düşüncedeyim, kalkmmak için çok üretmek ve üretim artığını satmak zorundayız.

Abdülaziz ŞENEL (Mad. Yük. Müh.) :

- 1) Sovyetlerin yardımıyla kurulan Seydişehir'de üretilen Alimüna dünya fiyatlarının altında Rusya'ya satıldığı gibi, alimünadan alüminyum üretimine geçiş için gerekli tesislerin yapımı engellenmektedir. Türkiye yalnız 1974 yılındaki bu ticaretten 500 milyon lira zarar etmiştir. Seydişehir'de bizi dışarıdan alüminyum almaktan kurtaracak olan tesislerin durumu ve bu konudaki ticari eşitsizlik konusunda bilgi verimlisiniz ?
- 2) İs. Demir Çelik yine Sovyetler tarafından yapılmıştır. İhtiyaç duyulan kömür (1.600.000 ton) dan çok büyük bir kısım 1.250.000 ton ABD'dén ithal edilmekte, ancak 350.000 tonu Zonguldak'ta üretilebilmektedir. Bu konuda açıklama yapabilir misiniz? Yerli üretim ihtiyacı nasıl karşılanacaktır.

- 3) Dünyada hammadde ticaretindeki süper devletler lehine olan eşitsiz mübadele ilişkilerine hammadde üreticisi ülkeler tarafından kuvvetle karşı çıkılmaktadır. Hammadde üreten 3. Dünya ülkelerinin hammadde konusunda „ kurdukları ne gibi birlikler vardır veya plânlanan ne gibi birlikler vardır. Türkiye bunlardan birine girmiş midir?

Doç. Dr. I. ÖZPEKEB :

- 1) Bdlgims yazından kaynaklandığından, uygulamayla ilişkin ibirşey söyleyemiyorum. Kuruluşla ilgili arkadaşlara bu soru yöneltilirse, sanırım daha doğru sonuca ulaşılır.
- 2) Eğer demir-çelik üretimimizi artırırsak ve demir-çelik tekniğini de değiştiremezsek, kok kömürü dışalımının artacağını belirtmiştim. Kokun ABD'den veya başka bir ülkeden alınması kuşkusuz benim şu anda verebileceğimi bir karara bağlı olamaz. Bu doğrudan doğruya devletler arasındaki ilişkileri, daha doğrusu politikayı ilgilendirir.
- 3) Ben, hammadde konusunda, gelişmekte olan ülkelerin birlik kurmaları yanlısı bir kişiyim. Hatta, burada sunulan bir bildiriye sorduğum sorulardan biri de bu idi. Ancak görülüyor ki, bu tür birliklere gitmek, gelişmekte olan ülkeler için kolay değildir. Çünkü ekonomisi daha güçlü olan ülkeler, bunu önleyebilmek için ellerinden gelen herşeyi yapmaktadırlar ve yapacaklardır da, belki bir yönden de bu, onların doğal hakkıdır.
OPEC dışında ne gibi birlikler olduğunu, böyle bir birliğe girip girmediğimizi bilmiyorum.

Selin* İNSEL (Maden Müh.) :

- 1) Önerilerinizde bahsettiğiniz «Yeraltı kaynaklarını arama ve işletme ile sorumlu kuruluşlarda toplanan bilgi ve verileri değerlendirecek, geniş çaplı araştırma kurumu», bir araştırma kurumu olan M.T.A.'dan farklı fonksiyonları olan bir kurum mudur?
- 2) Önerilerinizin hayata geçirilişinde, bilhassa ((Kamu kuruluşlarına tam ağırlık verme» görüşünüzde, ayrıca «Kamu kuruluşlarını yeniden örgütleme» konusunda eylem ve

araştırma yönünden daha detaylı bilgilenmek mümkün müdür?

Doç. Dr. I. ÖZPEKEE :

- 1) Ülkemizde kendi amaçlarına uygun olarak, sondaj yapan dört kurum vardır. T.P.A.Q., M.T.A, D.S.İ., T.E.K. Her kurum sondajlardan elde ettiği verileri kendi ereklerine göre değerlendirmek ve yorumlamaktadır, kurumlar arası bilgi iletişimi yapılamamaktadır. Dolayısıyla bu kurumlarda çalışan arkadaşlarımız, çalıştıkları kurumun dışındaki kurumlarda elde edilmiş verileri kendi açılarından araştırmak, değerlendirmek ve yorumlamak olanağından yoksun kalmaktadırlar. Örneğin Trakya'da T.P.A.O. petrol arama amacıyla derin sondaj yapmaktadır. Aynı yörede M.T.A. kömür ve diğer mineralleri aramaktadır. Derin sondaj verilerinden M.T.A.İI araştırmacısının yararlanma olanağı yoktur. Çünkü kurumlar arası bilgi iletişimi yoktur ve petrolcüyü kömür ve diğer mineraller ilgilendirmektedir.

Önerdiğimiz kurumun işlevi, kurumlardan gelen karotları ve verileri yeniden inceleyerek çok yönlü değerlendirme ve yorumlamasını yapmak, elde ettiği bulguları ilgili kurumlara iletmek ve aralarında işbirliği sağlamaktır. Böyle bir kuruma çok gereksinme olduğuna yürekten inanıyorum.

- 2) Sayın İNSEL beni başışlasınlar, bu konu çok geniş, biliyorsunuz bugüne dek ulusal yönetimde görev almış kişilerin yıllardan beri yapmayı istedikleri, ama başaramadıkları bir konu.

Kamu kuruluşlarının yeniden örgütlenmeleri konusunda kuşkusuz benim de bir takım görüşlerim var, fakat onun burada anlatılması ve tartışılması çok uzun sürer.

Ümjit ATALAY (Mad. Müh., O.D.T.Ü.) : Petrol üretimindeki azalmayı mevcut kuyuların veriminin düşmesiyle izah edebilir miyiz.

Üretimdeki azalmada, yurtdışında petrol üreten yabancı şirketlerin, dışarıdan petrol ithal etmeyi daha kârlı bul-

malarının rolü olduğu söylenmektedir. Buna katılıyor musunuz?

Doç. Dr. i. ÖZPEKER : Ben petrolcü değilim, bu konuda fazla bilgim yok. Ancak, bildiğim kadarıyla, aşırı üretim, petrol rezervlerinde zamanla üretim azalmasına yol açmaktadır. Türkiye'de bugün bu durumdadır, aşın üretimden ötürü verim düşmüştür.

Yeni petrol kaynaklarının bulunmasında yabancı kökenli şirketlerin etkisi nedir? Bunu şu anda bilebilme olanağından yoksunum. Eğer öyle bir etkisi varsa, hepimiz birleşip, bu etkiyi ortadan kaldırmamız gerekir.

Zeynel EEGİN (Mad. Yük. Müh., T.K.İ.) : Taşkömür üretiminin optimum seviyeye geldiğini belirttiniz. Bunu bir araştırma neticesi mi yahut üretim böyle olduğu için mi belirttiniz?

Doç. Dr. I. ÖZPEKER : Ben istatistik verilere dayanarak söyledim. 1966-1975 yılları aralığında taşkömür üretiminde büyük değişiklik olmamış. 'Ayrıyeten orada çalışan arkadaşlarla yaptığımız sözlü konuşmalarda, üretimi arttırma olasılığının zayıf olduğunu kendileri belirttiler. Ama bu, üretim plânlamasından mı ileri gelir, yoksa başka nedenlerimi vardır, onun tartışılmasının ben dışında kalıyorum.

Başkanlık Divanı : Tartışma bölümünde «fazla üretip satacağız» biçiminde bir fikir ileri sürdünüz. Ülkemiz sanayinin hammadde ihtiyacına yönelik bir üretim politikası yerine, sınırlı finansman kaynaklarını dış pazarlara hammadde arzedecek üretim plânlaması ile harcamanın ulusal ekonomi bakımından yararlı olabileceğine mi inanıyorsunuz? Bu tür bir üretim plânlaması emperyalizmin çift yönlü sömürsü (hammadde alırken de, ülkemizde var olup ta üretilmeyen hammaddeleri bize satarken de) sorusunu doğurmaz mı? Burada önemle üzerinde durulması gereken husus sınırlı finansman kaynaklarıdır.

Doç. Dr. I. ÖZPEKER : Ben konuşmamın hiçbir yerinde ham cevher satalım ve ülkemizi öyle kalkındırırım demedim.

değil, motor olarak, elektronik aygıtlar olarak satalım. Âmâ bu endüstriyi kuruncaya dek, ne yapacağız sorusunun yanıtı verilmemektedir. Hiçbir şey satmadan endüstriyi nasıl kuracağız? Endüstriyi kuramadığımızı, yatırım kaynaklarımız kısıtlı olduğuna, yabancı kaynaklı yatırımlarında yurda, girişinde bir takım sakıncaların varlığını kabul ettiğimize göre nasıl kalkınacağız? Bu soruları kendimize sormak ve gerçekçi biçimde yanıtlamak zorunda olduğumuzu sanıyorum. Tersine eğer olasılsa, yapabileceksek mamul hale getirelim, Öyle satalım dedim. Ama o endüstriyi kurabilmek için de yine dövize, paraya, yatırıma gereksindiğimiz gerçeğini vurguladım. Eğer endüstri için gerekli yatırım kaynaklarını bulabiliyorsak, demiri ham cevher olarak, bakırı da bakır olarak

TÜRKİYE'DE MADENCİLİK ÖĞRETİMİ, EĞİTİMİ VE İSTİHDAM

Hazırlayan : Maden Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu

TARTIŞMALAR :

Ali AKSOY (Jeofizik Yük. Müh., M.T.A.) : Biz hiç mi araştırma yapmayacağız. Yuhatta araştırmaya devam ederken, daha çok üretime mi önemi vereceğiz? Bu kısmın biraz açılmasını istiyorum.

Samih ÖZGEN : Tebliğin sonuç bölümündeki öneriyi tekrarlamak zannederiz soruya kısa bir yanıt olacaktır.

Araştırma eyleminin gerçek anlamını üretim ile eğitim arasında başından beri olması gereken bağlaşımda bulacağından, üniversitelerimizde yapılmakta olan, üretimden soyut «araştırma eylemlerine» karşı çıkılmalıdır. İkinci olarak da önem verilmesi gereken nokta, yukarıda da belirtildiği gibi üretim ile eğitim arasında başından beri olması gereken bağdır. Bu durumun da sağlanması için, tebliğ içerisinde de yer aldığı gibi politeknik okullar hayata geçirilmelidir.

Cemal BİRÖN (Prof. Dr., İTÜ) : Maden Mühendisliği Bölümlerinin ancak tam teşekküllü üniversitelerde açılmasının zorunlu olduğu kanısına katılır mısınız?

Samih Özgen : Evet katılırız.

Zeki DEVECİ (Maden Yük. Müh., M.T.Â.) : Sayın ÖZGEN; konuşmanızda, araştırmacı eleman yetiştirmekten çok, üretime

direkt katkısı olan mühendise ya da elemanların yetiştirilmesi gerektiğini önerdiniz. Ancak bilinen bir gerçek vardır ki ülkemizde yeterli miktarda araştırmacı elemanın yetişmemiş olması, dış ülkelere uzman eleman getirmeyi gerektirmektedir. Bu da önemli miktarda döviz kaybına neden olduğu gibi, birçok sorunumuzün çözülmesinde dışa bağımlılık getirmektedir. Bu konuda ne dersiniz? Bu öneriniz mühendislik görevlerini, teknisyenlik seviyesine düşürmüyor mu?

Samih ÖZGEN : Bu konuya şöyle bir örnek vereyim. Araştırmacı olursak dışa bağımlılığımızın belirli bir giderimi sağlanabilir seviyeye geliştiriliyor. Ancak bu yapıda elektrik mühendisleriyle ilgili bir araştırma olmuş. Bunu da Sayın Dr. Eskin TULUNAY yapıyor. 19-20 -1969 yılları arasında 91 Türk kökenli çalışmacının 245 yayını saptamış ve bunlar arasında bu katkıların yapısal çözümlemesi yapılmış sonuçlar Türkiye'nin gereksinmesi yönünden yorumlanmıştır.

Şimdi bu 91 Türk kökenli 245 yayını saptadığı zaman çalışmaların % 76'si yurt dışında yapılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmaların % 57'si yabancı ülkelere basılmış. Türklerin dışarda yapmış oldukları çalışmaların % 28'i yabancı endüstri kuruluşlarınca ve % 17'si yabancı askeri kuruluşlarla desteklenmiştir. Buna karşın Türkiye'deki çalışmaların ancak % 5'i endüstri tarafından desteklenmiş, askeri kurumlarca desteklenen bir çalışma ise olmamıştır. Elektrik mühendisleri tarafından yapılan araştırma somut olarak gösteriyor ki, bu yapıda yapılan teorik araştırma, ya içeride kullanım alanı bulmuyor yahutta dışarda değerlendiriliyor ve hatta dışarda basılıyor.

Sorunun son kısmı için tebliğ içerisinde yer alan (Tablo 1) ele alınabilir. (Tablo 1) de ve sonrası yorumunda görüldüğü gibi mühendislerin % 45'i hizmetler kesiminde çalışıyor. Bu durum da mühendislerin yarıya yakın bir bölümünün gereken işlevlerinin çok dışında işlevleri olduğunu kanıtlar sanırım.

Hasan ÖZDEN : Maden Müh., EKİ Zonguldak) : Üretimden kopuk araştırma ve geliştirme merkezlerine ve bu tür çalışmalara hayır diyorsunuz. Burada kastedilen «üretimde kopuk araştırma» sözünün biraz daha açılması gerekir.

Öğretim kurumlarında yapılan çalışmalar mı anlatılmak isteniyor ?

Bir de işyerlerinin (kurumların) kurduğu araştırma ve geliştirme merkezleri var. Örneğin EKI'nkı. Zonguldak'ta bu araştırma ve geliştirme merkezine karşı mı çıkılmalıdır ? Yoksa bu merkezin gerek personel olarak (Maden Müh.) gerekse maddi yönden geliştirilmesi önerisini mi götürmeliyiz? Ben geliştirilmesinin doğru olduğu kanısındayım.

Samih ÖZGEN : Üretime katkısı olmayan, hangi nedenle olursa olsun üretimde hayata geçmeyen araştırmalara karşı çıkılmalıdır.

İkinci olarak soru sahibiyle aynı kanıdayız. Çünkü ESKİ'nin Zonguldak'taki araştırma ve geliştirme merkezi üretimle eğitimi bu düzen içerisinde bile belirli ölçüde de olsun sağlayabilecek bir araçtır. Ancak bunun böyle olması E.K.İ. teknik elemanın etkisiyle sağlanabilir.

Samih ÖZGEN : Genel Açıklama :

- 1) Sonuç bölümünde, Lisans üstü eğitimin kaldırılması ile ilgili önerimizin yanlış anlaşılması açısından açıklama yapmakta yarar gördük. Önerinin bütününden de anlaşılacağı gibi, lisans üstü eğitimin ilk etabı olan master veya travayı içeren ve sonunda yüksek mühendis unvanı veren çalışmalar bu kısımda özellikle eleştirilmektedir. Şöyle ki; bu çalışmaların amacı ünvan vermek veya almak niteliğinden öte gidemiyorsa, bu çalışmalara dolayısı ile mühendis ve yüksek mühendis ayırımına gerek yoktur.
- 2) Kongre sırası, Doç. Dr. Şinasi ESKİKAYA'nın İTÜ Maden Bölümünün akademik personel sayısını düzeltme önerisi yerinde görülerek, Tablo 5'deki İTÜ Maden Bölümünün akademik personel sayısı 18 olarak düzeltilmiştir. Bu sayı (İTÜ için) Maden işletme ve makinaları, cevher hazırlama, maden yatakları öğretim üyelerini kapsamaktadır.

Diğer yüksek öğrenim kurumlarının maden bölümleri akademik personel sayısını belirlemek için yalnızca maden bölümleri gözönüne alınmıştır. Ancak HÜ Maden Bölümü

akademik personel sayısı, maden bölümü öğretim üyeleri ile Jeoloji Bölümünde Maden Bölümüne ders veren öğretim üyeleri toplamıdır.

TÜRKİYE KÖMÜR ÜRETİM VE TÜKETİM POLİTİKASININ ELEŞTİRİSİ

Hazırlayan : Maden Mühendisleri Odası Yönetimi Kurulu

TARTIŞMALAR :

Gülten BUĞDAY (Kimya Yük. Müh., TKİ) : Teshine ayrılan kömür muhtevasının önceki yıllarda üretimin % 40 olduğu halde bu miktarın ileri yılar da üretimin % 5'e kadar düştüğü ifade ediliyor. Teshine ayrılan kömürün toplam miktarında yıllara göre artma olmuyor mu ?

Turan DÜNDAR : Nicel olarak artış oluyor. Ancak bu artış gereksinmeyi karşılayacak oranda olmuyor. Plânlanan, kömüre dayalı termik santraller kurulduğunda, öncelik santrallara tanınacaktır. Bu durumda, ticari olmıyan yakutların (odun, tezek) kullanımında azalma olacağını sanmıyoruz. Diğer taraftan bir olgu daha var : Kaloriferli binalar sayısı hızla artıyor. Bu nedenlerle diyoruz ki halkımızın ısınma sorununu giderek artacaktır.

Prof. Dr. Cemal BİRÖN : Küçük tonajlı « 50 milyon) rezervlerin yakıtı ayrılmasının, büyük rezervlerin enerji yatırımına daha uygun olacağı kanısına katılmaz mısınız?

Turan DÜNDAR : Hayır, bu görüşe katılmıyoruz. Küçük rezerv, büyük rezerv ayrımı yapmıyoruz. Isıl değeri yönünden bir değerlendirme yapılabilir. Örneğin, 2000 Kcal/kg ısıl değerinin altındaki linyitlerin santral yakıtı olarak kullanılması gibi. Aslında biz, hidrolik potansiyel tümüyle kullanılmadan termik santraller kurulmasını kabul etmiyoruz.

Mahmut Şükrü **GÖK** (Maden Yük. Müh.) : Bugün için Türkiye'nin enerji konusunda en önemli dar boğazını genel bir enerji plânlaması teşkil etmektedir. Ayrıca; Türkiye'de linyit yataklarının havzalar olarak ele alınmaması, havza rezervine göre üretim plânlaması yapılamaması ve saha madeneiliğinden havza madenciliğine geçilememiş olması gösterilebilir kanısındayım. Bu hususlarda görüşleriniz nelerdir?

Turan **DÜNDAR** : Sayın GÖK'ün görüşlerine tümüyle katılmıyorum. Yalnız bir ekleme yapmak istiyorum. Devlet eliyle havza madenciliği. Çünkü özel sektör kapitalist sistemle, diğer bir değişik kâr amacıyla çalışmaktadır. Devletin özel sektör madenciliğinde denetimi yoktur. Bu, resmi yazı ve raporlarda da belirtilmektedir.

Diğer taraftan, hükümetin enerji plânlaması da gerçeklere uyum içinde olmadığı gibi, genel bir plansızlık sözkonusu. En son örneği de Çekoslovaklarla yapılan «Soma 3» termik santral anlaşması .«Soma 3» diye bir projeye resmi belgelerde rastlayamadık.

Ali SOYDAŞ (Maden Müh.) : Enerji üretiminde hidrolik santraller geniş bir yer tutmaktadır. Ancak, hidrolik santraller fuel - oil ve gaz santrallerinin üretiminde yeterli olmadığından termik santrallerde geniş bir % de ile devrede bulunmaktadır. TKİ + Özel Sektör taş ve linyit üretimi yaklaşık 15 milyon civarındadır. Sanayi ve teshin ihtiyacında giderek % 100 (mevcut üretime göre) gibi bir açık mevcuttur. Termik santrallerin ilk kuruluşlarına dakavay hidrolikleri daha pahalı olmasına rağmen işletmeciliğimizin daha ekonomik olduğu hususunda sizinle hemfikirim. Yalnız, dünya, bilhassa Türkiye ikliminde her on yılda bir kuraklık hüküm sürüyor. Enerji yönünden Bulgaristan'dan halen Trakya bölgesi ihtiyacı için enerji alınmaktadır. Sovyetler ile de anlaşma yapılmıştır. Bu hale göre mevcut termik santrallerin üretimine devam, hattâ düşük kaliteli linyit yatakları edvarında yeni termik santralleri kuruluşlarına lüzum görülmüyor mu?

Turan **DÜNDAR** : Düşük kaliteli linyit kömürlerinin (örneğin Afşin - Elbistan) termik santrallerde kullanılmasına bu-

gün için karşı değiliz. Politikanın gelişen teknolojiye göre saptanmasından yanayız. Ancak önce hidrolik santral.

Hüseyin ÖZLÜTAŞ (Mad. Müh., Anadolu Çimento T.A.Ş.) :

- 1) Sovyetler Birliğinin Türkiye enerji politikası üzerindeki girişimleri, özellikle Çayırhan, Çan, Orhaneli linyitleri üzerindeki son yatırım proje antlaşmaları hakkında bir araştırma yaptınız mı? Bu konuda ne düşünüyorsunuz? Dışa bağımlı enerji politikasına karşı olduğunum göre, bu girişimleri incelemek gerekmez mi?
- 2) ShelPin linyitten petrol üretme projesi ülkemizin gerçekleriyle bağdaşmamaktadır. Özellikle son zamanlarda ileriye çıktığına inandığımız bir kısım meslek kuruluşları bu konuya paralel öneriler geliştiriyorlar. Kanımca bu konuyu incelemek gerekir. Ste bu husus üzerinde durdunuz mu?

Turan DÜNDAR :

- 1) Bugün yalnız Sovyetler Birliğinin değil, diğer birçok ülkelerden, özellikle madencilik alanında, teknisyenler yurdu-muza dolmuş durumda. Örnek olarak, ABD, İngiltere, Batı ve Doğu Almanya, Romanya, Fransa, Çekoslovakya, Polonya ve Avusturya gösterilebilir. Biz tüm bu dış ülkelerden gelmiş kişilere ve ülkemizin dışa bağımlı konumunun sürekliliğine karşıyız. Önce politika saptanmalı ki bu saptamada odamızın görüşü kesin olarak alınmalıdır, daha sonra saptanan politikanın kendi olanaklarımızla uygulanması esas alınmalıdır. Yalnız Çayırhan, Çan ve Orhaneli değil, hemen tüm linyit yataklarının yanma termik santral kurulması için anlaşmalar yapılmakta .Bu anlaşmaların dışa bağımlılığı bir yana, anlaşmalar gerçekleştiği takdirde halkımız yakacak kömür bulmakta çok büyük güçlüklerle karşılaşacaktır.
- 2) Kimya Mühendisleri Odası geçen yıl yaptığı bir teknik kongrede, kömürün kullanım biçimine değişik açıdan bakmıştı. Kömürün gazlaştırılarak veya sıvı haline dönüştürülerek kullanılması! Bu konudaki teknoloji çok yeni

olduğu için, bugün için ülkemizde uygulanabileceğine inanmıyoruz.

Dr. Saint ÖZKÂE (Kim. Yük. Müh., M.T.A.) : Isınmada linyitin kullanılmasını öneriyorsunuz. Bu gerçekleştirilirse mevcut linyit rezervleri ısınma gereksinimini ne kadar bir süre karşılayacaktır ?

Turan DÜNDAR : Tablo - 8'de ısınmadaki linyit gereksinimi, 12nci sayfada da hesaplanma esasları verilmiştir. 1976'da 26 milyon ton olan gereksinme, 1967 yılında 34 milyona ulaşmakta. Hesaplarımıza göre, bilinen linyit varlığımızın tümünün ısınmaya verilmesi halinde, 50 yıllık ısınma sorunuWDU'sun çözümlenmiş olacaktır.

İlker GENCEL (Jeoloji Müh., M.T.A.) :

- 1) Şu ana kadar, yeryüzünde hangi ülke, hangi ülkeden linyit ithal etmiştir ? Hangi ülke bir linyit ithalatı planlamıştır ? (Kaynaklarınızın bildirilmesi ricaıyla...)
- 2) Bugüne kadar sürekli olarak linyit kömürü rezervlerinin bolluğundan bahseden, enerji santrallerinin linyitle çalıştırılması gerektiğini çeşitli yayınlarda ileri süren Maden Mühendisleri Odası, şimdi linyitin halkın ısıtma ihtiyacında kullanılacağı yerde enerji üretiminde kullanıldığından ve kullanılacağından şikâyetçi olduğu izlenimini veriyor? Sebebini açıklar mısınız ?
- 3) Maden Mühendisleri Odası yılda 1000 köye elektrik götürülmesinin planlandığını ve bunun yetersiz olduğunu ileri sürüyor Odanın, elektrik götürülen köy sayısının artırılmasını mümkün kılacak bir teklifi var mı ?

Turan DÜNDAR :

- 1) İstatistiklere göre, ülkeler arasında linyit ithal ve ihracatı çok özel durumlar dışında yoktur.
- 2) Ülkemizdeki hidrolik potansiyelin % 10'u elektrik enerjisi üretiminde kullanılmakta. % 90'ı ise akıp gitmekte. Bu

varlık değerlendirilmeden termik santraller kurulması yanlıştır. Bugüne kadar ülkemiz koşullarında linyite dayalı termik santraller savunulmuştur. Bunun nedeni termik santrallerin ilk yatırım masraflarının düşük ve işletmeye geçme döneminin daha kısa oluşu idi. Bu görüşe birkaç yıl öncesine kadar odamız da katılmıştı. Ancak yapılan ve plânlanan termik ve hidrolik santrallerin ekonomik ve teknik değerlendirilmeleri karşılaştırıldığında, önceki görüşlerin geçerli olmadığı sonucu çıkmakta. Örneğin, eşdeğer güçteki Afşin - Elbistan termik santrali, Keban hidroelektrik santralının en az dört katı ilk yatırım masrafı gerektirmekte. Ayrıca termik santrallerin işletme masrafları çok yüksektir. Ülkemizin linyit varlığı da, tebliğde değinildiği gibi çok sınırlıdır.

- 3) Bu konudaki önerimiz, üretilen enerjinin halkımız gereksinmelerine yönelik olarak tüketilmesidir. Enerji tüketim plânlaması yanlış yapılmaktadır. 20 milyon insan elektrikten yoksun iken, enerjinin büyük bir kesiminin dayanaksız tüketim mallarının yapımında kullanılması yanlıştır.

İlker GENCEL : Maden Mühendisleri Odası 1975 adlı yayında köylere elektrik götürmenin köylünün sömürülmesi neticesi vereceğini iddia ediyordu. Bu günkü tebliğde kâfi sayıda köye elektrik götürülmemesi şikâyeti çelişki olmuyor mu ?

Turan DÜNDAE : Maden Mühendisleri Odası yayınlarında, köye elektrik götürülmesine karşı bir görüşe rastlıyamazsınız. Sürekli olarak tam tersi savunulmuştur.

Oturum Başkanı : Başkanlık Divanı olarak bir noktayı hatırlatmakta yarar görüyoruz. Zira konu o noktaya getirilmiştir ki polemik konusu olmuştur. Sayın soru sahibinden rica ediyoruz. Lütfen o yayını getirirlerse yararlı olur. Yönetim Kurulu bu konuda böyle bir şeyin mevcut olmadığını savını ileri sürdü. Karşılıklı çelişki var. Bunu biz kongre olarak burada halletmeye yeteneğimiz mevcut değil. Başka soru olmadığından Sayın konuşmacıya ben konuşması ve tebliği için teşekkür ederim.

Kongre Yürütme Kurulu Notu : Soru sahibinden, bu yayın matbaaya girdiği saate kadar herhangi bir belge gelmemiştir.

KAPANIŞ TARTIŞMALARI

KAPANIŞ TARTIŞMALARI

Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Beşinci Kongre Yürütme Kurulu ve Maden Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Adına Turan DÜNDAR:

Maden Mühendisleri Odasınca iki yılda bir düzenlenen ve bugünde beşincisini tamamlamakta olduğumuz Bilimsel ve Teknik Kongreler dizisinin sonuna ulaşmış bulunuyoruz. Özellikle zamanın uzaması nedeniyle teknik kongrenin işleyiş biçimine ilişkin öz ve biçim açısından eleştirilmesini istiyoruz. Bu konuda öneriler geliştirilmesini istiyoruz. Yürütme Kurulu olarak «8» ayı aşkın bir süredir bu kongrenin oluşması için çalıştık. Bu kongrenin en iyi şekilde olması için çalıştık. Her şeyi en iyi en doğru yaptığımızı hiç bir zaman iddia etmiyoruz. Yalnız bundan sonra yapılacak kongrelerin daha iyi olmasını orzu ediyoruz. Bu konuda özellikle Başkanlık Divanından tartışma açılmasını rica ediyoruz. Gerek Yürütme Kurulu olarak, gerekse Yönetim Kurulu olarak dileğimiz bu. Teşekkür ederim.

Oturum Başkanı (Dr. İsmet UZKUT) : Hammadde üretimi geri dönüşü olmayan ve doğada tek defa gerçekleştirilebilen bir olaydır. Öte yandan bu bir şanstır. Hammadde üretebilmek bir şanstır. Doğa tarafından o topluma, o hammadde kaynağının sahibi olan topluma, verilmiş tek bir şanstır. Bu şansı, o toplum çok iyi kullanmak mecburiyetindedir. En optimal koşullarda kullanmak mecburiyetinde ve sorumluluğunu taşır. Eğer çok iyi üretim yapılamıyorsa, daha doğru diyelim, çok iyi bir değerlendirme söz konusu değilse üretmemek daha iyidir.

İkinci bir konuya geçiyorum. 1973 yılından sonra artık hammadde yalnızca ekonomik bir değer taşımakla kalmamıştır, politik bir değere de bürünmüştür, bunu ben naçizane kendi tebliğimde kısa da olsa belirtmeğe çalışmışım.

ÖZPEKER arkadaşımızın.ileri sürdürdüğü savda, işin tamamen ekonomik yönü ele alınmış. Yani Türkiye hammaddesini dışarıya satacak karşılığında döviz alacak, bu döviz kendi gereksinimine göre kullanacaktır. Konuşmacının kendi deyimiyle yatırımlarda kullanacaktır. Aslında bu kadar kolay değil bu mesele. Oysa bunu yalnızca ekonomik güç olarak değil aynı zamanda politik güç olarak da kullanmak mümkündür.

Hem ekonomik açıdan hem politik açıdan politik güç olarak kullanılabileceğinin kanıtları geçmişte devam etmektedir, geçmişte örnekleri vardır. Bundan sonra daha da olacaktır. Aslında bu sorun, çok yönlü bir sorun. Daha da derine indirdiğimizde meselenin temeline inmek ve Türkiye hammadde sektörünün yapısına varacak kadar derine inmek gerekir. Arkadaşımızın belirttiği gibi, ele aldığı gibi, yalnızca ekonomik bir sorun değildir. Bugün dışarıya krom sattığınız zaman kromiti ferro krom olarak satmak ,hatta kromlu çelik olarak satmak daha kazançlı olduğu gibi, ferro krom satışını dahi politik bir güç olarak kullanabilmek bence çok daha önemlidir.

Bugün Irak'la olan ilişkimizi biliyorsunuz. Belki hammadde sektörüyle ilişkisi olmayan bir konu. Irak'la petrol konusunda daha kolay anlaşabiliyoruz, çünkü onlarla ortak bir menfaat, söz konusu. Fırat musluğunun kesilmesi Irak'ın ekonomisine çok yoğun miktarda etkide bulunacaktır. Diğer bir deyimle, iki ülke : birisi hammadde, diğeri de enerji hammaddesi yoksunu olarak tanımlıyabiliriz. İki ülke birbirleriyle menfaat ilişkisi, politik ilişkisine girmişlerdir. Aynı şeyi boraksta da kullanmak mümkün. Aynı şeyi kromda da kullanmak mümkün. Aynı şeyi yarın wolframda da kullanmak çok çok daha kolay. Bilindiği gibi wolfram stratejik bir malzemedir. Mesele arkadaşımızın ortaya koymak istediği gibi o kadar pozitif değil, yani bir satayım; karşılığında döviz alayım. Bu iş bu kadarla bitmez.

Mamul madde fiyatları çok hızla yükselirken hammadde fiyatları belki artıyor, ama o oranda hiç bir zaman artmıyor. Bir noktayı da son olarak, söylemek istiyorum. OPEC, % 10 zam kararı olmadan üç hafta önce dünya çelik fiyatları % 15 oranında artırıldığı halde bu, Türkiye kamuoyunda hiç yankı uyandırmadı. Oysa OPEC petrol fiyatlarını % 10 artırdığı zaman neredeyse dünya yerinden oynuyordu.

Hüseyin ÖZLÜTAŞ (Maden Müh.) • Bilimsel ve Teknik Kongreyi düzenleyen Odaya ve bu arada gerçekten, büyük bir güç harcıyarak böylesine bir kongreyi düzenleyen Yürütme Kuruluna teşekkür ediyorum. Gerçekten kongremiz diğer yıllara nazaran bir takım değişiklikler ihtiva etmiştir. Bazı olumlu yanlarının ötesinde elbette olumsuz yanları da olacaktır. Biz zaten bir olayın tümüyle çözümlenmesini taki hiç bir eksiği barındırmadan çözümlenmesini beklemiyoruz. Elbette ki, bir takım çalışmalar beraberinde eksiklikleri de barındıracaktır: Bu yıl düzenlenen kongrede benim kişi olarak gördüğüm en önemli eksiklik gerçekten ülkemizin somut durumlarına bir takım bilimsel, teknik çalışmaları ve araştırmaları dile getirmiş olmasına rağmen, ülkemizin özellikle bağlı bulunduğu emperyalist mihraklarla hammadde kaynakları arasında dünya ve Türkiye madenciliği üzerindeki, özellikle dünya madenciliğine olan ilişkilerini araştırmalarının tartışmalarının yapılması zayıf kalmıştır kanımca.

Bundan sonraki kongrelerin tek başına bilim ve tekniği ihtiva etmesinin yanında bilim ve tekniğin hiç bir zaman soyutlanamayacağı, onun politik nedenleri üzerinde de ve diğer ülkelerle olan ilişkileri üzerinde de bulunması gereken tebliğlere yer verilmesi gerekir. Bu konu kanımca eksik kalmıştır. Bundan sonra bu yönün önümüzdeki kongrenin özellikle bu hususunun dünya madenciliği .Türkiye madenciliği ve bunların birbirlerine olan ilişkilerini ekonomik ve politik yönden açıklayan, kamu oyuna fikir veren, doğru hedefler gösteren tartışmaların yapılmasına da yer verilmesini dilerim. Teşekkür ederim.

Sadettin PEKMEZCİLER (Mad. Yük. Müh. Emekli,) : Sayın Başkan, Sayın Meslekdaşlarım. Bu defaki kongremizde birçok faydalı konular görüştük. Bunlar şüphesiz memleket için faydalı şeylerdir. Ben bunların içerisinde bilhassa iki tanesine değinmek ve bunların ön plâna alınmasını, Maden Mühendisleri Odası olarak ele alınmasını, teklif ediyorum. Bu mühim gördüğüm iki şeyden bir tanesi «Maden Makinaları»nın ülkede yapılma meselesidir. Bildiğiniz gibi' artık dünya makinalaşıyor. Her makina bazan 10 insanın, bazan 100 insanın, bazan 1000 insanın yaptığını yapıyor. Bu istihsal bakımından hamle yaratıyor. Bu bakımdan makinalaşmak ve makinayı da kendi memleketimizde yapmamız Türkiye'nin hem milli şerefi için, hem de milli iktisadı için haktır, lüzumludur. Bilimsel mesele haline gelmiştir. Biz Maden Mühendisleri Odası olarak bunu hükümete bir teklif olarak getirmek ve sanayileşme hamlesi içerisinde olan Türkiye'nin bunu nazarı itibara almasını teklif etmeliyiz. Maden makinalarının aynı zamanda iş makinalarıyla da ortak olanları vardır. Binaenaleyh bu meseleleri bir an ewel hükümete götürmemiz faydalı olacaktır; lüzumludur, bunu teklif ediyorum.

İkinci mesele kömür meselesi, ben kömürcüyüm, 40 seneden beri kömürün aranmasıyla ilgileniyorum. Rezervlerde çalışan bir arkadaşınız olarak bilhassa bunu önemli görüyorum. Türkiye'nin kömür rezervi azdır. Kömürün ise bir memleketin sanayi ve ekonomik meselesinde büyük rol oynadığını hepimiz çok iyi biliyoruz. Bu bakımdan kömürü iktisadi olarak kullanmamız lâzımdır. Başka milletlerin rezervlerine nazaran bizim rezervlerimiz çok azdır. Bazı rezervleri biz israf ediyoruz. İşletmede, işletme zayıtımız fazladır, bunu asgariye indirmek lâzımdır. Kömürün bir çok kısımlarını toprak altında bırakıyoruz. Mesela havzalarımızda ince damarları bırakıyoruz. Halbuki teknik bakımdan bunların geliştirilmesi lâzımdır. Kömürün bugün esasını teşkil eden grizu meselesi de. Ben umumi olarak söylüyorum. Yeraltı gaz muhtevasını esaslı bir şekilde ele almadık. Türkiye'nin gaz politikası nedir? Bugün kömür işletmesi ile gaz işletmesi adeta birbirine karışmıştır. Öyleki, bazı kuyularda kömür işletmesi bugün derinlerde gaz işletmesine inkılâp ediyor. Yani eskiden mesala 1000 metreye kadar kömürü işletmek iktisadi ise, şimdi 2000, 3000 metreye kadar kömür aramıyor. Ya-

hutta isteniyor. Bu ayrıca kömür - tabii gaz ilişkisi problemidir. Bunu arkadaşlar ele almalıdırlar. İmkân olsaydı bu mesele üzerinde bir tebliğ vermek isterdim. Bu, artık kömür ihtiva eden memleketlerin ana meselesi haline gelmiştir. Mesela Hollanda 1,5 trilyon m³ yeraltı gazı rezervi tesbit etmiştir ve büyük miktarda enerjisini buna dayandırmaktadır. Hattâ bir aralık bütün Batı Avrupa'ya gaz neşretmek meselesine kadar yönelmiştir. Bunlar da kömürle ilgili meselelerdir.

Türkiye'de de yeraltı gazı oluşumuna temas eden bir takım jeolojik aramalar ve teknik aramalar yapmak lâzımdır. Bunu da bilhassa vurguluyorum. Şimdi bir hesap yapalım, kısa basit; 5 milyon ton biHyorsunuz, kömür istihsal ediyoruz. Bir hesap yaptığımızda aşağı yukarı eğer Zonguldak Havzasındaki yeraltı gazının istihsalini fenni, rasyonel ve akıllıca yapabildiğimizde şimdiki istihsalimizden aşağı yukarı her yıl için 300 bin ton kömür tasarruf etmemiz mümkün olur. Sunuda belirtiyorum. Kömür bakımından rezervlerimiz azdır. Kömür bakımından fakiriz. Bunların her kısmından faydalanmamız gerekmektedir.

Bunlardan faydalanmak ve fakir kalmış bu ülkenin yararına Sunmak milli vazifemizdir. Bu bakımdan bunun da tetkikini ve programlanmasını Maden Mühendisleri, ferdi ve kurumsal olarak da arkadaşların dikkatine sunuyorum ve ele almalarını rica ediyorum.

Oturum Başkanı : Sayın ağabeyimiz Sadettin PEKMEZCİLER'e çok teşekkür ederiz. Bize verdiği bilgilerden dolayı. Aynı eksikliği kongre Yürütme Kurulu da duymuş ve bu konuda uzman bir elemanı, uluslararası uzman bir elemanı kongrede tebliğe davet etmiş. Ancak olumlu bir yanıt alınamadığı için gerçekleştirilememiştir. Yani aynı eksiklik Yürütme Kurulu tarafından da hissedilmiştir. Buna rağmen Sayın PEKMEZCİLER'e teşekkür ederiz. Şimdi Sayın GÖK konuşmak istiyor, buyurun lütfen.

M. Şükrü GÖK : Sayın kongre üyeleri. Eewela bu kongreyi hazırlamakta büyük gayret göstermiş olan Maden Mühendisleri Odası Yönetim Kuruluna ve bu kongreyi hazırlayan Yürütme

Kuruluna teşekkür etmek isterim huzurunuzda. Hakikaten güzel organize edilmiş bir kongre oldu. Bu arada Türkiye Madenciligi hakkında bir kaç söz söylemek isterim. Bugün bizim yeğâne kömür havzamız olan Zonguldak Kömür Havzası mostralarının yayıldığı alan, 1080 Km², lik bir sahaya yayılmıştır. Bunun içerisinde bizim ocaklarımızın işgal ettiği alan sarece 100 Km², dir. Armutçuk'tan Amasra'ya kadar uzanan sahayı ele aldığımız takdirde bu alan 650 Km², olarak belirlenebiliyor. Şimdi havzada yeni yapılan çalışmalar, eski yani ta Padişahlık devrinde yapılmış olan maden dairelerinin arşivlerinin incelenmesinden anlaşıldığına göre, görülen şey şu; Sinop'ta vaktiyle kömür üretilip, Sinop'tan ihraç edildiği. Bildiğimiz bu 1080 Km², lik alanın dışında da, daha Padişahlık zamanında birçok yerlerde arama ruhsatları alındığı tesbit edilmiş vaziyette. Bu arama ruhsatlarının alındığı yerleri gösteren haritadaki alan tesbit edildiği zaman, Zonguldak Kömür Havzasının toplamı 13.500 Km², ye çıkmakta. Bu durumda bizim bugün çalıştığımız 100 Km², lik saha dışına çıkılması lâzım. Taş kömürü havzasına bugün verilen önemden daha çok önem verilmesi lâzım ki, Türkiye'nin ilerde koklaşabilecek evsafda kömür üretim potansiyelini arttırabilelim. Bazaltlı tabakanın altında ve mostra veren yerlerin haricinde, yeni kömür sahaları bulunması imkânı olduğuna ben şahsen inanıyorum. Bugün Amasra'nın güneyinde yapılan sondajlar da bu görüşü daha ziyade kanıtlar vaziyettedir.

İkinci konu olarak ele almak istediğim şey şu, Sayın İsmet UZKUT beyin belirttiği gibi maden bir defa üretildiği zaman, bir daha yerine tekrar konulma imkânı olan birşey değildir. Bu bakımdan bugün yaptığımız madencilikte günün koşullarına uygun teknoloji uygulama gayesiyle Türkiye'nin maden üretimi bakımından azami yararlanmasını sağlamamız lâzım. Yalnız bu madeni üretirken, bugünkü Maden Kanununun çerçevesinde yürütme hakikaten yetersiz kalmakta, bu bakımdan Maden Dairesinin de yeni baştan örgütlenmesi, Türkiye Madenlerine sahip çıkmasının lüzumlu olduğuna işaret etmek isterim.

Bir başka konuda bugün Türkiye haritasını ele aldığımız zaman veya M.T.A.'nın -Türkiye'nin metalojenik haritasına göz attığımız zaman, Türkiye'nin her tarafında her çeşit madenin oldu-

ğunu görüyoruz. Aynı şekilde Türkiye Jeolojik haritasında yapacağımız bir incelemede, yine Türkiye'de linyit kömürünü ihtiva eden arazinin Türkiye'nin doğusundan batısına, kuzeyinden güneyine her tarafa yayılmış olduğunu görmekteyiz. Bu bakımdan Türkiye'nin maden yapısının yeni baştan düzenlenerek, havzalar halinde parsellenmesi ve bu havzaların burada günün koşullarına uygun, işletme yapacak devlet veya özel şahıslar tarafından işletme yapılmasına açık tutulması, sahada tamamen saha madenciliğinden havza madenciliğine dönük bir çalışma yapılması lâzım. Yaptığımız bir araştırmada Türkiye'de 260 maden sahası olduğu, Türkiye'deki 67 vilâyetin 43'ünde kömür işletmeleri olduğu halde, özel teşebbüsün yaptığı üretimin ortalama senede 10 bin tonu geçmediği bir gerçektir. Bu gerçek karşısında havzayı teşkil eden küçük sahaların birleşip, ekonomik koşullar taşıyan maden işletmelerine dönüşmesi imkânlarının araştırılması lâzımdır. Bunun içinde Maden Dairesi'ne büyük bir görev düşmektedir. Ayrıca Maden Mühendisleri Odasının da bu konuya, bugünkü eğildiğinden daha fazla eğilmesinde yarar görüyorum. Beni dinlediğiniz için teşekkür ederim.

Oturum Başkanı ; Bizde teşekkür ederiz. Sayın GÖK. Buyurun Sayın Prof. Dr. Cemal BİRÖN.

Prof. Dr. Cemal BİRÖN: Efendim ben Türkiye'nin linyit yatakları konusunda- Turan bey arkadaşımız kadar karamsar değilim, bunu belirtmek isterim. TKİ'nin rezerv tablolarında rezervin 6 ilâ 8 milyar ton olabileceği saptanmıştır. Bu, bugünkü bilgilerdir. Mahmut Şükrü GÖK arkadaşımız söyledi, Türkiye büyük neojen arazidir. Bizim çok daha fazla linyit rezervlerimiz olması lâzım .Bunu çok daha iyi bulabiliriz. Bulmadığımızı dahi düşünsek, 6 milyarlık rezerv hem ısınmayı, hem de enerji üretimini de içine alsak, en geniş harcamalarla yılda 100 milyon ton kömür üretmemizi düşünsek; bu zor erişilen bir rakamdır ama eriştiğimizi kabul edelim. Yine 50 senelik bir zamandır. Yani 50 sene içerisinde biz çok daha iyi yeni rezervler buluruz. Binaenaleyh, linyitlerimizi hem enerji tüketimine hem de ısınmaya sevketmemiz lâzım. Bu anda enerji açığımız çok daha fazladır.

Bunu hepimiz biliyoruz. Hidrolik enerji büyük bir potansiyeldir, memleketimizde. Fakat çok büyük yatırımları da icabettiriyor. Linyite dönük enerji santralleri çok daha kısa bir zamanda ve daha az bir kapital harcamasıyla yerine getirilebilir. Yani ben elimizde bulunan büyük rezervlerden istifade etmelidir diyorum. Acil enerji açığımızı bununla kapatmamız, küçük rezervlerimizi yani bir enerji santralini karşılamıyacak rezervlerimizi yakıtla dönüştürsek çok daha iyi olur kanısındayım .Bu konuda fikrimi açıkladım.

Oturum Başkanı : Teşekkür ederim. Sayın Turhan DÜNDAR'ı kürsüye davet ediyorum.

Turhan DÜNDAR : Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongreler dizisinin 5. sini tamamlamış bulunuyoruz. Bu kongrelerin oluşmasında gerek kuruluşların .gerekse sayın delegelerin büyük katkıları olmuştur .Onlardan aldığımız güçle ancak bu kongreyi oluşturabildik. Özellikle MTA'nın, TKİ'nin, TÜBİTAK'ın büyük destekleri olmuştur bu kongreye.

Ayrıca kongreye renk katan madencilik sanayii sergisini oluşturan kuruluşlara da teşekkür etmek isteriz. Kongreye tebliğ ile katılan, bu oturumları başarıyla yürüten gerek Başkan, gerekse yardımcılarına teşekkür etmek isteriz. Bundan sonra yapılacak olan altıncı ve daha sonraki kongrelerin daha iyi, daha doğru, ülkemiz için daha iyiye götürücü kararlar alması dileği He kongreyi burada kapatıyoruz, hepinize çok teşekkürler.

YANLIŞ-DOĞRU CETVELLERİ

Sert Örtü Tabakalı Açık İşletmelerde Uygulanabilen
Dekapaj Yöntemleri

Tafair PARLAK

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
5	20	•-••w yıl	aylarda '•'
9	12	.,-,, 180 kg/om.	.,-,, 130 (kg/cm.
15	15	• ve'	
46	Tablp	• Çfs. - Kamyon Yöntemi	.Bks.-Vagon Yöntemi

Mangan Cevherlerinin Yüksek Alan Şiddetli Manyetik
Ayrıma ile Zenginleştirilmesi

Gündüz ATEŞOK

DOĞRU • YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Sata*	Yanlış	Doğru
3	18	% 50	% 80.50 ; 5 :"-
...	28	.bir	bin
8	10	-0.84	-0.841

Karadeniz Bakır İşletmeleri Çakmakkaya Konsantratöründe
Flokülasyonla Berrak Su Elde Edilmesi

Doç. Dr. BaM YABAE

Assoc. Prof. Dr. Zeki DOĞAN

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
3	12	dharote-	dharacte-
3	16	flotrtaion	flotation
5	22	Z-2000-25g	Z-200-25g
6	26	650 m 8 (amlinik-	650 müimik-
6	27	ran)	ron'

Küresel Aglomerasyon Yöntemindeki Gelişmeler

Dr. Halim DEMİREL - Hüseyin ÖZDAĞ

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri (Sayfa)	Yanlış	Doğru
4	Friend ve Kitchener ³⁰	Friend ve Kitchener ³¹
4 ; 30 30,

Kömür Maserallerinin Zenginleştirilmesi ve Kömür
Teknolojisindeki Önemi

Çetin HOSTEN - Gülhan ÖZBAYOĞLU

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

TABLO — 5 de tane ebadı (meş) yanlış yazılmış, aşağıda
doğrusu gösterilmiştir:

Tane ebadı (meş)
— 14
— 14+28
— 28+48
— 48 + 100
—100 + 200
—200 İşleme sokulmadı

Gerilim Enerjisi Bazlı Uç Matematik Ufalama Modeli

Dr. Erdoğan YİĞİT

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri (Sayfe)	Yanlış	Doğru
4	Yeni sırasıyla Kick, Bond	Yine sırasıyla Kick, Bond
5	esaslı foir eksiğe	esaslı iki eksiğe
6	gösterirki düzende	gösteririn bu düzende
16	ve katılacak malzeme	ve kırılacak malzeme
16	Kalker.....9x10*	Kalker.....
16	Cam.....	Cam.....9x10«
16	Kuartz 920 Edser	Kuartz f 520 Martin i 920 Edser
16	Cam Griffith	Cam 1200 Griffifa

Uzun Ayakların Tahkiminde Kullanılan «Yürüyen
Tahkimat» m Uygulama Koşulları

Assoc. Prof. Dr. Tacettin'ATAMAN

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri.: •-..... •

Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
6	soñı	taWrimata'	tahkimatta
8	31	üniteler	ünitelerin
9	23	göçertmesinde,	göçertilmesinde,
13	İl	Aletleri Araştırma :	Aletleri ile Araştırana :
15	3	Etkileri»	Etkileri». Madencilik
15	5	Pergamen	Pergamon

Sonlu Elemanlar Yöntemjı Ye Madencilğe
Uygulama Olanakları

Aydın BİLGİN

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri.: •-..... •

Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
5	23-24	sonlu metodunun	sonlu elemanlar meto- dunun
15: ...;	16	yol açmayacağıının	yol açıp açmayacağıının

Çökmenin Yapılara Etkisi
Dr. A. Günhan YAŞAMEHMETOĞLU
DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
3	11	:	
3	11	birim defonnasyonlarını	birimdeformasyoiilarjuj
4	25	birakilbmasi	birakılması
5	14	ve ortalama	ve'haftada ortalama
7	7	yapıdır, ve	yapıdır ve
7	7	yapılmıştır.	yapılmıştır.
8	7	binasının	binası
9	5	doldurulmuş	doldurulmuş,
17	6	WARELL (K.:	WARDELL, K.:
17	20	, R.5.:	, R.I.:
17	36	,oVI.	, Vol.
17	37	Subsidence,	Subsidence
18	16	Avans	Evans

Yeraltında Pompalanabilir Beton Karışımının Dizayn Esasları

Ersin ARIOĞLU
DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
13	son		3.5 Āgrega/ÇÈmento oranmm tesiri
Şekil: 1	alt yazısı	Āgrega Şekli	İşlenebilir derecesi
		r Yuvarlak	VI... Çok jdüsük
		iGayrimuntazam	
		a..... Köşeli	1.... Düşük
			m... Orta
			h... Akıcı, (yüksek)
			(Yeraltında kullanılan beton kıvamı bu sınıfa girecektir.)

Zonguldak Kömür Havzası Kozlu Bölgesinde Yapılan Metan Drenaj Çalışmaları ve Alınan Sonuçlar

Muammer COŞKUN

DOĞRU • YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
8	3	Argon	Argon Aj
8	20	tertibatında	tertibatı da
9	11	delge	delme
13	15	görül-	görülmetedir.
14	19	direkler	delikler
17	7	(Şekil-5)	(ŞeMI-6)
19	5	geçirdiği	geçirildiği
23	5	Yönden	Yünde

E.K.İ. Kozlu Bölgesinde Meydana Gelen Ani Gaz ve Kömür Püskürme Olayları

Kâmil AYEAL

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
Kapak		2k>nguüidak Kozlu Bölgesinde Meydana Gelen Gaz ve Kömür Püskürme Olayları	Zonguldak Kozlu Bölgesinde Meydana Gelen Ani Gaz ve Kömür Püskürme Olayları
3		»	»
3	12	taWkikat	tahkimat
4	8	sopportixğ	supporting
4	32	degaj	ani gaz ve kömür püskürmesi
4	34	başlamış	başlanmış
6	23	3 noy	3 neü
10	12	havalandırılıyor	havalandırılıyordu,
12	10	alına atılmasından	alma lâğım atılmasından

13	34	Dinamit patlatılmasın-				
13	6	dan			Lâğım ateşlemesinden	
16	18	değişen			değişen oranda	
18		müddetle			zarfında	
		ve çay			taban	
Tablo 2	1	25,12			25,9	
	2	25,12	159		25,9	
	3	25,12			25,9	
	4	20,72			20,9	
Tablo 3		% CH ₄				
Sıra No: 1		S: % 16			% 6	
		posta			posta	
		Ton			Ton	
		120			60	
		atar			atım	
Sıra No: 2		60			120	
Sıra No: 11		Ça t' b ye			Çatal	
		anlbarların			anbarlı	
		% 10,24			% 10	
		saat sonra			24 saat sonra	
Sıra No: 14		Vantip			Vantüple	
		40-50 "			80	
		toz			taş.	
Sıra No: 17		üzeride			üzerinde	
Sıra No: 18						
27.12. 1976	—425/22929 Ana kat reküp lâğıma	425	düz	Çay 3.kat	40 HP 600 0 mm Çelik boru ile 300 m. den	lâğım atıldı.
		O = % 6	130 kömür		orta çekilmesi için	
		S = % 10 fazla	taş		16 delik, 62 dinamit ateşlendikten sonra olay meydana gelmiştir.	

Zonguldak Havzasında Meydana Gelen Damar Yangınları

Mehmet **DÜNDAR** - Kâmil ÂYEAL - **Muammer** COŞKUN

DOĞRU - YANLIŞ-CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
3	5	ARAL	AYRAL
4	20	The	"" the
9	son	uzaklığı	mesafenin
11	18	komşu	yardımcı
11	31	yollarında	yolları da
13	10	oranı	oranını
15	10	bir durumun	bir artış ise anormal bir durumun
15	30	yaklaştığı	yaklaşıldığı
19	11	kendiliğinden	kendiliğinden
		sorunu	yanma sorunu
20	1	vardır.	vardı.
21	son	(tüpler)	(tüple)
22	Sondan bir evvel	araziden	arazide
25	1	Bekçime	Bekleme
30	28	kapatılır.	kapatılmalıdır.
30	30	yapımında	yapımından

Mineral ve Mineral Endüstrisi Üretimini Görünümü
ve Dış Ticaretteki Yeri

Doç. Dr. Işık ÖZPEKEK

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
3	15	then will	then they will
4	10	ha mineral	hain mineral
8	19	derinleştirilmesi	deriştirilmesi
9	21	Alümini	Alümina
10	5	karşıt	koşut
10	10	$Y = 6.3 x + 263$	$Y = 6.3 x_1 + 263$
10	12	x	x_1
10	26	$Y = 3.4 x + 249$	$Y = 3.4 x_2 + 249$
11		Çizelge 8, Çizelge 7'den sonra yazılacak	
12	8	ara mallarında	aramalarında
12	9	çağdağ	çağdaş
12	10	kaçınmalı	kaçınmak
12	13	kurmalı	kurmak
12	30	sağla'naabilmek	sağlayabilmek
Çizelge 7		Tüm Mineral ve Mineral Endüstrisi Ürünleri	Tüm Mineral ve Mineral Endüstrisi Ürünleri Dışalım - Dışatım Dengesi

Madencilik Öğretimi, Eğitimi ve İstihdama
(TMMOB) Maden Mühendisleri Odası

DOĞRU - YANLIŞ CETVELİ

Yeri			
Sayfa	Satır	Yanlış	Doğru
3	4	• derinliğe araştırmaların	derinliğine araştırmaların
3	15	biriMmimiin	'biriikmdnin
3	16	istihdam	istihdamı
3	17	sönüyoruz	sunuyoruz
9	5	eğitiminin	eğilimin
9	25	kurumlarında	kurumlarında
10	12	bilimlerinin	birimlerinin
10	27	geçirme	geçişme
10	36	öğrenimin de	öğrenimininde
12	6	ıbulunduğundan	bulduğundan
12	33	görevli	görelİ
13	12	şeiğindeki	eşeiğindeki
21	23	kariyet	kariyer